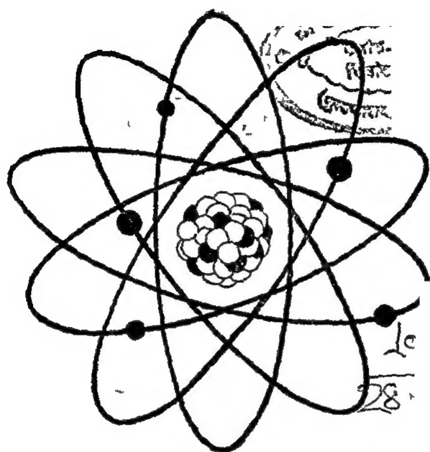
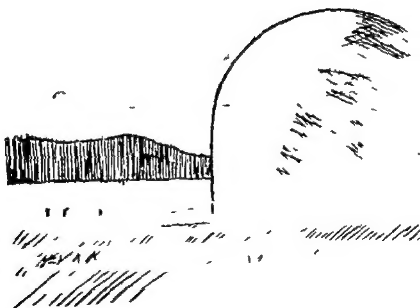


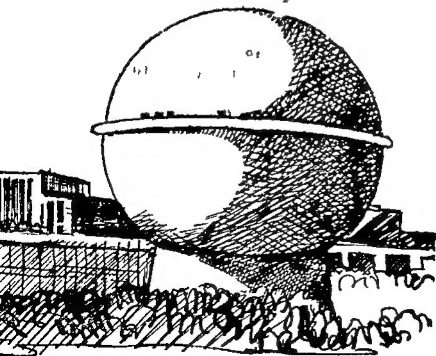
परमाणुओं की छाया में

शुकदेव प्रसाद

शुकदेव प्रसाद



परमाणुओं की छाया में



PARMANUON KI CHHAYA MĒ

(An Account of the Origin and Development of Atomic Physics)

by

SHUK DEO PRASAD

प्रथम सस्करण : 1986

प्रकाशक
टी० एन० भार्गव एड सस
1131 कटरा, इलाहाबाद—211002

मुद्रक
सुपरफाइन प्रिटस,
4/2, बाई का बाग, इलाहाबाद

मूल्य पैंतीस रुपये

परमाणुओं की छाया में

परमाणु अनुसंधान और भारत

परमाणुओं की दुनियां में

परमाणुओं के नए क्षितिज

दो शब्द

यह अद्भुत सयोग था कि प्राय बीसवी शती के प्रारम्भिक वर्षों मे ससार की बहुत सी प्रयोगशालाओ मे लगभग एक ही तरह के अनुसधान शुरू हुए, जिनके आधार पर नाभिकीय युग का सूत्रपात हुआ।

पहले राजन ने जर्मनी में (1895) एक्स किरणो की खोज की। ये किरणें प्राय ठोस वस्तुओ को भेद सकती थी। फ्रास मे हेनरी बेकरल (1896) ने यूरेनियम और उसके खनिजों से निकलने वाली किरणो की खोज की। फ्रास ही मे मेरी क्यूरी और उनके पति पियरे क्यूरी ने इस गुण का अध्ययन किया और उसे रेडियोधर्मिता की सज्ञा दी। क्यूरी दम्पति ने पोलोनियम तथा रेडियम (1898) जैसे दो रेडियो-धर्मी तत्व ससार को भेंट किए। इग्लैंड मे रदरफर्ड (1911) ने परमाणुओ मे धन आवेश युक्त नाभिक की घोषणा की और परमाणु सरचना का मॉडल प्रस्तुत किया। डेनमार्क मे कार्य कर रहे नील्स बोर (1913) ने रदरफर्ड के परमाणु मॉडल को विस्तृत तथा यथार्थ रूप दिया।

इसी बीच जर्मनी मे अल्बर्ट आइन्स्टाइन (1905) अपने 'सापेक्षता सिद्धात' का प्रकाशन कर चुके थे, जिसमे द्रव्य और ऊर्जा के सभाव्य परिवर्तन की विवेचना की गई थी। इग्लैंड मे जेम्स चैडविक (1932) ने न्यूट्रॉन की खोज की। फ्रास मे मैडम क्यूरी की बेटी आइरीन क्यूरी तथा उसके पति जोलियो (1933) ने एल्यूमी-नियम पर ऐल्फा कणो की बौछार से कृत्रिम रेडियोधर्मिता की खोज की। इसी बीच अमेरिका मे लारेंस और लिविंस्टन (1932) ने साइक्लोट्रॉन नामक अद्भुत मशीन बनायी जिससे मूल कणो को उच्च ऊर्जा स्तर तक त्वरित किया जा सकता था। फलत परमाणुओ का पाश तोडने की दिशा मे तेजी से अनुसधान होने लगे।

इटली मे एनरिको फर्मी (1934) ने नए खोजे गए मूल कणो यानी न्यूट्रॉनो की बौछार यूरेनियम पर की। जर्मनी मे हान और स्ट्रासमान ने यूरेनियम नाभिक पर न्यूट्रॉन की बौछार कर ज्ञात किया कि यह अपेक्षा कृत हल्के नाभिको म टूटता है। इस अनुसधान के माह भर (जनवरी, 1939) के अदर ही जर्मनी से भागे हुए वैज्ञानिको माइत्नर और फ्रिश ने इस प्रक्रिया की स्पष्ट व्याख्या की और इसे 'नाभिकीय विखडन' की सज्ञा दी। विखडन के फलस्वरूप इस प्रक्रिया मे अपार ऊर्जा भी विमोचित होती है।

निस्सदेह एक नए विज्ञान का प्रादुर्भाव हो रहा था। यह कैसा अभिशाप है कि एक तरफ तो वैज्ञानिक समुदाय इसके स्वागत की मन स्थिति मे था तो ठीक उसी समय दूसरा महायुद्ध दस्तक दे रहा था। यह बडी दुर्भाग्यपूर्ण बात है कि इस नवोदित नाभिकीय ज्ञान का उपयोग पहले विध्वसक के रूप म किया गया और फल स्वरूप इतिहास ने 1945 म जापान के लाखा बेगुनाहो को मौत की गोद मे दफन होते देखा।

यम प्रकरण के बाद परमाणु अनुसधान की सृजनात्मक दिशा भी दी गई। पर उक्त दु खद प्रकरण की अभी इतिश्री नही हुई है। इसके पुनरावृति की आशकाए आज भी बरकरार हैं।

आइए, हम सकल्प करें और शुभकामना भी कि दुनिया मे अणु आयुधो की ऐसी सहार लीला फिर कभी न होगी। यदि ऐसा नही हुआ तो भावी पीढिया हम सदा कोसती रहेंगी, इस अपराध के लिए वे हमे कभी माफ नही करेंगी।

—शुकदेव प्रसाद
निदेशक
विज्ञान वचारिकी अकादमी

34 एलनगज
इलाहाबाद—211002

परमाणुओं की छाया में

'कालोऽस्मि'

कालोऽस्मि लोकक्षयकृत्प्रवृद्धो लोकान्समाहर्तुमिह प्रवृत्त   (गीता 11/32)

अर्थात् 'मैं लोको का नाश करने वाला महाकाल हूँ, इस समय लोको को नष्ट करने के लिए प्रवृत्त हुआ हूँ।'

काल का रथ कभी रुकता नही। आइए, हम क्षण भर को कल्पना करें एच० जी० वेल्स के 'टाइम मशीन' की और काल को विपरीत दिशा मे मोड दें। काल का रथ पीछे मुडकर हमे ले चलता है—धर्मभूमि कुरुक्षेत्र मे, जहाँ युद्ध भूमि मे अर्जुन अपने बन्धु-बान्धवो को सामने देखकर युद्ध की इच्छा त्याग रहा है और उसे योगेश्वर कृष्ण कर्मयोग का उपदेश देते हुए कहते है—'हे सव्यसाची, इन योद्धाओ को तू मरा हुआ समझ। मेरे द्वारा ये पहले से ही मारे गए है, तू तो केवल निमित्त मात्र है। अत अपना कम कर।' और उसे अपनी योग शक्ति से अपने तेजोमय, विराट स्वरूप का दर्शन देते हुए कहते है—'हे अर्जुन, मैं लोको का नाश करने वाला महाकाल हूँ, इस समय इन लोको को नष्ट करने के लिए प्रवृत्त हुआ हूँ।'

काल का रथ चलता रहता है और क्षण भर को ठहरता है बीसवी शती के मध्याह्न म। 2 दिसम्बर, 1942 को एनरिको फेर्मि ने शिकागो विश्वविद्यालय के स्टेडियम के नीचे बने वीरान स्क्वैश कोर्ट मे पहली बार परमाणु विघटन की नियन्त्रित शृखला प्रक्रिया की सफलता का परीक्षण किया और इस परीक्षण के साथ ही अणु युग का श्रीगणेश हुआ।

16 जुलाई 1945 का दिन। पलक मारते ही हजारो सूय की चमक आकाश मे छा गयी। देखते ही देखते अलौकिक चमत्कार हो गया और परमाणु बम के इस सफल परीक्षण के अवसर पर परीक्षणकर्त्ता डॉ० ओपनहाइमर के मस्तिष्क मे महाभारत काल की घटना घूम गयी जब कृष्ण के विराट स्वरूप का वर्णन इन शब्दो मे सजय राजा धृतराष्ट्र को सुनाता है

दिवि सूर्यसहस्रस्य भवेद्युगपदुत्थिता। यदि भा सदृशी सा स्याद्भासस्तस्य महात्मन ॥ (गीता 11/12)

अर्थात् 'हे राजन्, आकाश मे हजारो सूर्यों के एक साथ उदय होने से उत्पन्न हुआ जो प्रकाश हो, वह भी विश्वरूप परमात्मा के प्रकाश के सदृश कदाचित् ही हो।'

डॉ० राबट ओपनहाइमर की आँखो के सदृश गीता के इन वचनो की सार्थकता स्पष्ट परिलक्षित हो रही थी।

और परमाणु बम के प्रथम परीक्षण के ठीक 22 दिन बाद 6 अगस्त 1945 को अमेरिका ने जापान के प्रमुख शहर हिरोशिमा पर बम गिराया। तथा इसके तीन दिन बाद नागासाकी भी परमाणु बम की चपेट मे आ गया। देखते ही देखते दोनो शहर तहस-नहस हो गए। लाखो जानें गयी। नरसहार का ऐसा वीभत्स दृश्य देखकर दुनियाँ भय से काप उठी। अन्त मे जापान ने घुटने टेक दिए और द्वितीय विश्व युद्ध की समाप्ति की घोषणा कर दी गयी।

परमाणु बम के पीछे जो मूल सिद्धान्त है, वह अल्बर्ट आइन्स्टाइन द्वारा 1905 मे प्रतिपादित 'द्रव्य ऊर्जा सम्बध' '$E=mc^2$' मे निहित है। पूव स्थापित मान्यताओ, जिनके अनुसार न तो द्रव्य का निर्माण किया जा सकता है न ही विनाश, की नीव को ध्वस्त करते हुए आइन्स्टाइन ने परिकल्पना व्यक्त की थी कि द्रव्य और ऊर्जा एक दूसरे मे परिवतनशील है। और इसी का सहज परिणाम था—परमाणु बम। लेकिन उन्होने कल्पना भी न की थी कि ऐसी घटना उनके जीवन काल मे ही घटने वाली है।

सन् 1939 मे अन्तर्राष्ट्रीय स्थिति भयकर होती जा रही थी। हिटलर की तानाशाही अपनी बुलदी पर थी। उसकी आक्रामक नीतियो और घोषणाओ से सारे यूरोप मे आतक छा गया था। अब जापानी सरकार के प्रतिनिधियो की आँखें खोल देने के लिए अणु शक्ति का प्रदशन आवश्यक हो गया था। अत जुलाई 1939 मे वैज्ञानिक जीलाड और विजनर ने आइन्स्टाइन से विचार विमश किया और अतत आइन्स्टाइन ने अमेरिकी राष्ट्रपति फ्रॅंकलिन डी० रूजवेल्ट को पत्र लिखा

'डियर मिस्टर प्रेसीडेंट ! ई० फेमि तथा एल० जीलार्ड के कुछ नए अनुसधानो से मुझे अवगत कराया गया है। इन अनुसधानो की पाण्डुलिपि का अध्ययन करने के पश्चात् मुझे विश्वास हो गया है कि निकट भविष्य मे ही वैज्ञानिक यूरेनियम को एक नए और महत्वपूर्ण, शक्ति स्रोत के रूप मे प्रयुक्त करने मे सफल हो जायेंगे। इस तरह का केवल एक ही बम अगर किसी बन्दरगाह पर फेंका गया तो वह उस बन्दरगाह के साथ-साथ आस-पास के इलाके का भी सफाया कर देगा।'

राष्ट्रपति ने नाजियो के दमन को रोकने के लिए तुरन्त कदम उठाया। उनके आदेशानुसार 'मॅनहाटन प्रोजेक्ट' नामक अणु बम योजना प्रारम्भ हुई (वैसे दिखावे के तौर पर इस योजना को डी० एस० एम० 'डिवेलपमेंट ऑव सब्स्टिट्यूट मैटीरियल्स' नाम दिया गया था) तथा न्यू मैक्सिको स्थित लास अलामोस नामक स्थान पर अणु बम को अंतिम रूप देने के लिए प्रयोगशाला स्थापित की गयी। इसके निदेशक थे—राबर्ट ओपनहाइमर और फेर्मि थे उप-निदेशक। यही 16 जुलाई 1945 को ओपनहाइमर ने प्रथम परमाणु बम का सफल परीक्षण किया।

परमाणु बम की विनाश लीला देखकर महाविज्ञानी आइन्स्टाइन रो उठे। उन्होने कहा—'मानव परमाणु शक्ति के योग्य नहीं है।' उनकी भावना थी कि इसका उपयोग मानव जाति की सेवा मे होगा। वे जीवन भर इसके लिए अफसोस करते रहे। उन्होने राष्ट्रपति रूजवेल्ट को पत्र मात्र इसलिए लिखा था कि यदि कही पहले ही जर्मनी बम बना डाले तो दुनिया का सहार हो जायेगा, अत हिटलर की तानाशाहियो को नेस्त नाबूद करने के लिए ही उन्होने ऐसी पहल की थी। उनका विश्वास था कि जापान के लोगो पर इसके भीषण प्रयोग की आवश्यकता नही होगी। किन्तु वैसा नही हुआ।

जीवन भर आइन्स्टाइन परमाणु शक्ति की सहारकता से विश्व को अवगत कराते रहे और परमाणु परीक्षणो पर रोक लगाने की अपील भी। वह इसलिए नही, कि वह पश्चाताप की आग मे जल रहे थे बल्कि इसलिए कि राजनीतिज्ञो की अपेक्षा वैज्ञानिक गण इस बात को अधिक समझते हैं। अत विश्व शान्ति की स्थापना मे वैज्ञानिको को प्रमुख भूमिका निभानी चाहिए।

आज सारे प्रमुख राष्ट्र परमाणु अस्त्रो से अपने को लैस करते जा रहे हैं। मानव अस्तित्व खतरे मे है। आज भी जापान की धरती मे उपजी सताने रेडियोधर्मी विकिरणो के अभिशाप से मुक्त नही। वे जन्म से ही लूली-लगडी, अधी और बहरी पैदा होती हैं, जो निश्चय ही मानवता के नाम पर कलक हैं। इससे चिंतित होकर ब्रिटिश दार्शनिक, वैज्ञानिक बर्ट्रेंड रसेल ने 23 दिसम्बर

1954 को ब्रिटिश रेडियो से परमाणु शक्ति के विध्वसक परिणामो की ओर दुनिया का ध्यान आकर्षित किया और एक घोषणा पत्र तैयार किया। घोषणा पत्र पर हस्ताक्षर करने वाले प्रथम वैज्ञानिक थे–आईस्टाइन। खेद है कि उसके ठीक 2 दिन बाद महाविज्ञानी नही रहे। बाद में इसी 'रसेल-आइन्स्टाइन घोषणा पत्र' से विश्व शांति की स्थापना की मूल-भावना से प्रेरित 'पगवाश आन्दोलन' की नीव पडी।

काल का रथ रुकता नही। अनवरत चलता रहता है। अब देखना है कि आने वाले समय मे काल का रथ ऐतिहासिक पृष्ठो मे क्या-क्या अंकित करता है ? यदि हम अब भी नही चेते तो दैवयोग से बचे सौभाग्यशाली भविष्य दृष्टा आइन्स्टाइन की वाणी को काल के चमत्कार रूप मे परिणित होते अवश्य देखेंगे– 'तीसरे विश्व युद्ध मे अणु आयुधो से सभ्यता अधिकाशत नष्ट हो जायेगी और चौथे विश्व युद्ध तक मानव 'सभ्यता के पाषाणकाल' मे ही होगा।'



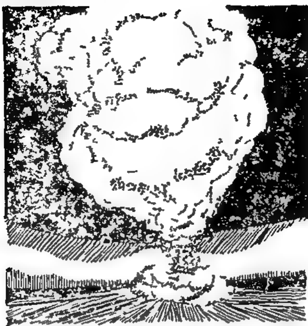
मानव सभ्यता के इतिहास का सबसे कलुषित पृष्ठ

6 अगस्त 1945 की सुबह हिरोशिमा (जापान) वासियो के लिए रोज की ही तरह शुरु हुई। लोग अपने दैनिक कार्यों मे लगे थे। सब कुछ सामान्य ही था पर किसे पता था कि यह सुबह मौत का पैगाम लेकर आयेगी। कोई सवा आठ बजे आसमान मे लोगो ने एक हवाई जहाज उडते देखा। उससे कोई चीज गिरी और पल भर मे मृत्यु का ताडव नृत्य प्रारम्भ हो गया।

इसी तरह 9 अगस्त 1945 की सुबह नागासाकी (जापान) वासियो के लिए भी दु खदायी साबित हुई। सुबह के 11 बजे आसमान मे हवाई जहाज की आवाज सुनायी पडी और एक धमाका हुआ जैसा कि 6 अगस्त को हिरोशिमा पर हुआ था। पलक झपकते ही आग की लपटें निकलने लगी। दोनो शहर तहस-नहस हो गये। लाखो जानें गयी।

बम विस्फोट के पश्चात् आँखो को अधा कर देने वाली चमक (फ्लैश) उत्पन्न हुई। लागा के आगे अँधेरा छा गया। उनकी चमडी जलने लगी। त्वचा के बाल उड गये। विस्फोट मे उत्पन्न विकिरण के प्रभाव से ऐसी गर्मी और बेचैनी लोगो ने महसूस की कि वे पागलो की भाति नगे ही नदी मे कूदने लगे।

बम विस्फोट की क्रूरता का आँखो देखा हाल दिल दहलाने वाला है। सौभाग्यवश बची महिला कितायामा अपने सस्मरणों मे लिखती है



परमाणु विस्फोट से उत्पन्न रेडियो धूल का बादल

'मैं नही जानती, पहले चमक दिखाई दी या विस्फोट का धमाका हुआ, जो मेरे पेट के भीतर तक आवाज कर रहा था। अगले ही क्षण मैं जमीन पर थी और उसके बाद तो मेरे आसपास जैसे सब कुछ गिरने लगा। मुझे कुछ दिखाई नही दे रहा था। चारो तरफ गहरा अँधेरा था। मलबे से निकल कर किसी तरह मैं घिसटती हुई बाहर आयी थी।'

'एक तेज गध ने मुझे घेर लिया और तभी मुझे लगा जैसे मेरे चेहरे की चमडी अलग हो गयी है। यही हाल हाथो और पैरो का था। कुहनी से लेकर अगुलियो के पैरो तक की सारी चमडी लटक रही थी।'

'पुल के नीचे मैंने जो कुछ देखा वह दिल दहला देने वाला था। सैकडो लोग नदी मे बहे जा रहे थे। वे पुरुष है या औरतें, कुछ समझ मे नही आ था। सबके चेहरे सूजे हुए थे। सफेद, सबके बाल खडे हुए थे। हाथो को ऊपर उठाये चिल्लाते हुए सैकडो लोग नदी की ओर भागे जा रहे थे। इच्छा मेरी भी हुई। मेरा सारा बदन तप रहा था। पता नही वह कैसी गर्मी थी कि मेरे सारे कपडे जल गये थे। पर इससे पहले कि मैं नदी मे कूदती, न जाने मुझे कैसे याद आ गया कि मुझे तैरना नही आता।'

'पुल पर लौट आयी पुल के दोनो ओर की पक्की दीवार गायब थी। पुल तनिक भी सुरक्षित नही था। पुल के नीचे मरे हुए कुत्तो और बिल्लियो की तरह लोगो की लाशें बही जा रही थी—लगभग नंगी लाशें। किनारे के उथले पानी मे एक औरत चित्त पड़ी थी। उसके शरीर के कुछ हिस्से फट गये थे। खून बह रहा था। कितना भयानक था वह दृश्य! ऐसी क्रूर चीज हुई कैसे? बचपन मे दादा नरक की कहानियाँ सुनाया करते थे। मुझे लगा, कही नरक ही तो धरती पर नहीं आ गिरा।'

और अब सुनिये नागासाकी पर गिरे बम की वीभत्स लीला की आँखों देखी झलक, जो नागासाकी के पास स्थित उराकामी क्षयरोग अस्पताल के मुख्य चिकित्सक डॉ० तात्सुई चोरो अकीजुकी के शब्दो मे इस प्रकार है

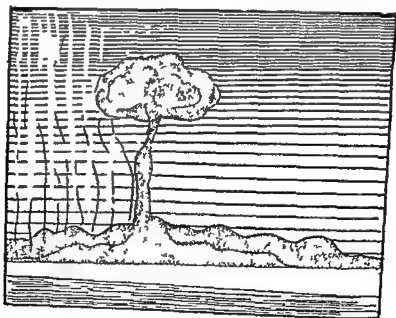
'मैंने एक टूटी खिड़की के बाहर का दृश्य देखा और स्तंभित रह गया। आसमान घना काला था। धुएँ के बादल तैर रहे थे। उस कालिमा के नीचे सारे मकान धू-धू कर जल रहे थे। लग रहा था जैसे स्वय पृथ्वी से ज्वालाएँ फूट कर सब कुछ तहस-नहस कर रही हैं। लोगो पर कई रग मंडरा रहे थे—काला, पीला, नारगी। और इस तरह नरक से भाग निकलने के लिए लोग कीडो की तरह छटपटा रहे थे। यह कैसा विध्वस था। अग्नि का समुद्र, धुएँ का आसमान। लग रहा था, जैसे ससार समाप्त हो गया है।'

द्वितीय विश्वयुद्ध के दौरान अमेरिका द्वारा जर्मनी समर्थक जापान के प्रमुख शहरो हिरोशिमा और नागासाकी पर डाले गए परमाणु बमो से उत्पन्न तबाही का जीवत दृश्य हमने भुक्तभोगियो की आपबीती से देखा, जाना। बम विस्फोट मे दोनो शहर तो उजडे ही, हिरोशिमा का लगभग 13 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र और नागासाकी का लगभग 7 वर्ग किलोमीटर क्षेत्र मलबे मे बदल गया। कई लाख जानें गयी, जिनमे बड़े-बूढे भी थे और अबोध दूध पीते बच्चे भी। बचे खुचे लोग आज भी विस्फोट से निकले घातक रेडियो विकिरण से अभिशप्त हैं। आज भी वहाँ की धरती मे अधी, लूली, लँगडी और बहरी सतानें उपजती है। तमाम शारीरिक विकृतियाँ शिशुओ को विरासत मे मिलती हैं।

परमाणु बम मे यूरेनियम पर न्यूट्रानो की बौछार की जाती है। फलस्वरूप यूरेनियम का नाभिक टूटता है और नये न्यूट्रॉन कण उत्पन्न होते हैं, अपार ऊर्जा उत्सर्जित होती है, साथ ही रेडियो एक्टिव किरणें भी जो शरीर को आर-पार कर जाती हं, चमडी जला डालती हैं, बाल गिर जाते है और हमारे शरीर की कोशिकाओं तक को ये किरणें मार डालती हैं। गुणसूत्र (क्रोमोसोम),

जो माँ-बाप के गुण बच्चों में पहुँचाने का काम करते हैं, की रचना में ये किरणें टूट-फूट पैदा कर देती हैं। गुणसूत्रों में रेडियो विकिरण से हुए परिवर्तन से नये नये गुण संतानों में दृष्टिगोचर होने हैं और ये प्राय घातक होते हैं। यही कारण है कि बम विस्फोट के लगभग चार दशक बाद भी वहाँ के वायुमंडल में उपस्थित रेडियो सक्रिय धूल वहाँ के नागरिकों को अपने प्रभाव से मुक्त नहीं कर सकी है और आज भी लोग उसी तरह तड़प-तड़प कर मरते हैं।

परमाणु भट्टियों में यूरेनियम, प्लूटोनियम या थोरियम जैसे पदार्थ (जो रेडियो एक्टिव हैं, अर्थात् इनसे हमेशा अदृश्य किन्तु घातक किरणें निकलती रहती हैं) प्रयुक्त होते हैं। आणविक प्रक्रियाओं में उत्पन्न कचड़ा भी रेडियो धर्मी होता है और उसके प्रभाव में आकर शारीरिक क्षय और विकृतियाँ उत्पन्न होती हैं। इस कचड़े को नष्ट कर पाना समस्या है। यदि इसे समुद्र में डाल दिया जाय तो जल की लहरों के साथ-साथ इसका प्रभाव दूर-दूर तक फैल जायेगा जो समुद्री जीवों और आस-पास की बस्तियों के लोगों को प्रभावित करेगा।



समुद्र में किए गए नाभिकीय परीक्षण से उत्पन्न 'मशरूम क्लाउड'

वायु में अथवा जल में किये गए परमाणु परीक्षण हमेशा घातक होते हैं, अतः जापान के बम काड की त्रासदी को ध्यान में रखते हुए उचित यही है

कि परमाणु परीक्षणो एव बमो के निर्माण पर रोक लगा दी जानी चाहिये, अन्यथा अणु हथियारो से अपनी ही मौत देखने को कोई बचेगा भी नही।

दुनिया की बडी शक्तियाँ अणु हथियारो से अपने को लैस करती जा रही है। यह दु खद स्थिति है। कदाचित सच यही है, जैसा कि बम प्रकरण के बाद प्रसिद्ध वैज्ञानिक अल्बर्ट आइन्स्टाइन ने कहा था, मानव परमाणु शक्ति के योग्य नही है।

जब परमाणु के अन्दर छिपी शक्ति का रहस्योद्घाटन हुआ था तो आशा बँधी थी कि मानव परमाणु को तोड कर उसकी शक्ति का उपयोग शातिपूण कार्यों मे करेगा, जैसे कारखानो तथा दैनिक कार्यों के सचालन के लिए बिजली बनाने मे, पृथ्वी के गभ मे छिपी खनिज सम्पदा तथा तेल आदि का पता लगाने, और सुरग बनाने के लिए। लेकिन यह धारणा द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान मिथ्या साबित हुई।

बमो के परीक्षणो, विस्फोटो तथा परमाणु भट्टियो मे प्रक्रियाओ के कारण वातावरण मे रेडियो धर्मी तत्वो की मात्रा बढती जाती है। वास्तव मे कुछ रेडियो धर्मी तत्व शीघ्रता से विघटित होते है, किन्तु कुछ विघटन मे पर्याप्त समय लेते हैं और लम्बी अवधि तक रेडियो धर्मी विकिरणो का उत्सजन करते रहते है। वस्तुत यही तत्व वायुमडल की रेडियो धर्मिता मे निरतर वृद्धि करते रहते है। वातावरण मे उपस्थित रेडियो धर्मी धूल से स्ट्राशियम—90 मानव हड्डियो म कैल्शियम के स्थान पर सचित हो जाते हैं और मास पेशिया मे पोटैशियम की जगह सीजियम–137 के समस्थानिक (आइसोटाप) सचित होते रहते ह। ये वनस्पतियो के द्वारा हमारे खाद्य से होकर शरीर मे पहुँचते है और अस्थि कैसर उत्पन्न करते है। दुधारु पशुओ मे घास और चारे के माध्यम से यह पदाथ पहुँचते है और इस प्रकार गायो के दूध मे भी रेडियो सक्रिय पदाथ उपस्थित रहते है जो नाना व्याधियों को जन्म देते है।[5]

अन्य प्रदूषणो को नियत्रित किया जा सकता है, और कम भी किया जा सकता है, पर रेडियो धर्मी प्रदूषण समस्या ही बना रहेगा। अत बेहतर यही होगा कि आणविक प्रक्रियाओ मे साफ-सुथरी एव विकसित-सुरक्षित तकनीक ही अपनायी जाये जिससे प्रदूषण का खतरा कम हो सके। परमाणु परीक्षण रोके जांय ताकि विश्वयुद्ध के मँडराते बादल छँट सकें।

परमाणुओ ने बदले विध्वंस के प्रारूप

विस्फोटको की शुरूआत हम बारूद की खोज से मानते हैं। हमें यह ज्ञात नही है कि बारूद का आविष्कारक कौन था ? सबसे पहिली बार रोजर बेकन नामक एक अंग्रेज भिक्षु ने 1245 मे अपनी पुस्तक 'द सीक्रेट वर्क्स ऑफ आर्ट एंड नेचर' मे बारूद का उल्लेख किया था। उसने लिखा है—'मैने शोरे, गधक और कोयले को मिलाया और फिर उसमे आग लगाई। इसके परिणाम स्वरूप एक कौंध और मेघ गर्जन जैसी आवाज पैदा हुई। हम इसे विस्फोट कहेंगे।'

कदाचित इसी नाते कुछ लोग रोजर बेकन को ही बारूद का आविष्कारक कह देते है पर वह इस खोज का कोई उपयोग नही कर सका।

उसने खेल-खेल मे बारूद खोजी पर बारूद को लोहे की नली मे रखकर आग लगाने की कला दुनिया को सिखाई बर्थोल्ड श्वात्ज नामक एक जर्मन भिक्षु ने।

फिर एक जर्मन रसायनज्ञ क्रिश्चियन शॉनबीन ने 1845 मे 'गन-कॉटन' नामक विस्फोटक की खोज की। इससे भी कही घातक और शक्तिशाली विस्फोटक पदार्थ था—नाइट्रोग्लिसरीन जिसे 1846 मे तूरीन के रसायनज्ञ एस्केनियो सोब्रेरो ने खोजा था।

आगे चलकर 1886 मे स्वीडिश रसायनज्ञ अल्फ्रेड नोबेल ने नाइट्रोग्लिसरीन को कीजलगर (Kieselguhr) नामक पदार्थ में

सुखाकर अत्यंत शक्तिशाली विस्फोटक डाइनामाइट की खोज की। ये वही अल्फ्रेड नोबेल थे, जिनके नाम पर आज का प्रख्यात 'नोबेल पुरस्कार' दिया जाता है।

आग से लेकर डाइनामाइट तक की खोज यात्रा कई और पडावो से गुजरी है। कई और भी विस्फोटक समय-समय पर खोजे गए और वे प्रयुक्त भी होते रहे।

लेकिन जब परमाणुओ का पाश तोड कर उसकी शक्ति का रहस्य आदमी ने पा लिया तो विध्वसको का जो स्वरूप सामने आया, उससे सारी दुनियां थर्रा उठी। यह विध्वसक था—परमाणु बम। वस्तुत परमाणुओ ने विध्वसको की दुनिया एकदम से बदल कर रख दी।

6 अगस्त 1945 और इसके तीन दिन बाद जापान के प्रमुख शहरो क्रमश हिरोशिमा और नागासाकी पर अमेरिका ने दो धडाके किये। देखते ही देखते दोनो के दोनो शहर उजड गए। लाखो जानें गइ। बरबादी और तबाही का ऐसा ताडव शायद सभ्यता के इतिहास मे पहले कभी नही हुआ था। और तभी लोगो की जुबान पर एक नया शब्द चढ़ गया—परमाणु बम। हां, अमेरिका ने जापान पर परमाणु बम डाले थे। परमाणु बम को डालने के बाद द्वितीय विश्वयुद्ध का अत तो हो गया पर उससे विध्वस की शृखला कदापि ठप नही हुई।

परमाणु विस्फोट मे निकले घातक रेरियो विकिरणो से जापान के लोग अभी तक अभिशप्त हैं। आज भी वहां विकलाग सतानें पैदा होती है। परमाणु बम से घातक होता है हाइड्रोजन बम और इससे भी विध्वसकारी, नृशस होता है न्यूट्रॉन बम, पर पहले दोनो से तनिक भिन्न। पहले दोनो बमो से जहां धन-जन दोनो की क्षति होती है वही न्यूट्रॉन बम अत्यधिक विकिरणो के उत्सजन के कारण मात्र जीवधारियो का विनाश करता है, मकानो, भवनो का नही। कहने की आवश्यकता नही कि सामरिक दृष्टि से यह उपयोगी है पर ये इतने मारक हैं कि इनके प्रभाव तले सभ्यता का अन्त भी निश्चित है। यह भी मात्र संयोग है कि 6 अगस्त 1945 को परमाणु बम का विस्फोट हुआ और 6 अगस्त 1981 को अमेरिकी राष्ट्रपति रीगन ने न्यूट्रॉन बम बनाने का निर्णय लिया जिसे पूर्व राष्ट्रपति श्री कार्टर ने 1978 मे टाल दिया था। निश्चय ही इस सूचना से समूचे विश्व मे खलबली मची है और विश्वयुद्ध के बादल फिर एक बार मडराने लगे हैं।

बमो की ऊर्जा का रहस्य

आखिर बमो मे इतनी अपार ऊर्जा कैसे और कहां से आती है? बमो

का सिद्धान्त यह है कि या तो कोई भारी नाभिक (Heavy Nucleus) टूटता है—यानी विखंडन (Fission) अथवा दो छोटे नाभिक आपस मे मिलकर एक भारी नाभिक बनाते है—यानी सलयन (fusion) और इस प्रक्रिया मे उन तत्वो के नाभिको के द्रव्यमान (mass) मे थोडी कमी आ जाती है जो वैज्ञानिक अल्बर्ट आइन्स्टाइन द्वारा प्रतिपादित 'द्रव्य-ऊर्जा सम्बन्ध' (Mass Energy Relation) के अनुसार ऊर्जा मे बदल जाती है। समीकरण है—

$$E = mC^2$$

(जहां E = ऊर्जा, m = द्रव्यमान और C = प्रकाश का वेग)

अभी इस सिद्धात का मात्र एक ही पक्ष सच हो पाया है। इस सिद्धात का सच कितना कडवा साबित होगा, किसने सोचा था ? यो इसके दो पहलू है। परमाणु भट्टियो मे नियत्रित शृखला प्रक्रियाओ (Controlled Chain Reactions) से विद्युत का उत्पादन किया जा सकता है और अनियत्रित प्रक्रियाओ (Uncontrolled Chain Reactions) द्वारा परमाणु बम से तबाही मचायी जा सकती है।

परमाणु विखडन और परमाणु बम

हान और स्ट्रॉसमॉन (Hahn and Strassman) नामक जर्मन वैज्ञानिको ने सर्वप्रथम ज्ञात किया कि तीव्र-गामी न्यूट्रॉनो की बमबारी से यूरेनियम का नाभिक दो खण्डो में विखडित हो जाता है तथा इस प्रक्रिया मे और न्यूट्रॉन निकलते है एव ऊर्जा विमुक्त होती है। इस क्रिया को नाभिकीय विखडन (Nuclear Fission) नाम दिया गया। इस प्रक्रिया मे अपार ऊर्जा विमुक्त होती है। यूरेनियम के एक नाभिक के विखडन के फलस्वरूप लगभग 200 मिलियन इलेक्ट्रॉन वोल्ट ऊर्जा उत्सर्जित होती है।

ऊर्जा के उत्सर्जन की बात पहले भी बताई जा चुकी है। विषय को और स्पष्ट करने के लिये या समझा जा सकता है कि यूरेनियम का प्रारम्भिक द्रव्यमान, प्राप्त द्रव्यमानो से अधिक होता है। द्रव्यमान मे जो क्षति होती है, वह आइन्स्टाइन के समीकरण के अनुसार मे ऊर्जा के उत्सर्जन मे प्रयुक्त हो जाती है अर्थात् द्रव्य का ऊर्जा मे रूपातरण हो जाता है।

अब आइए, बमो की प्रक्रिया समझी जाये। जब यूरेनियम—235 पर न्यूट्रॉनो की बमबारी की जाती है [यूरेनियम के दो समस्थानिक (*Isotopes*) होते है—U-235 और U 238, U 235 पर मद न्यूट्रॉन से विखडन प्रारम्भ हो जाता है पर U 238 के विखडन के लिए तीव्रगामी न्यूट्रॉनो की आवश्यकता होती है।] तो विखडन से 3 न्यूट्रॉन उत्सर्जित होते हैं, ऊर्जा विमुक्त होती है।

मूल नाभिक दो नाभिको—बेरियम तथा क्रिप्टन (Ba, Kr) मे टूटता है। यदि परिस्थितियाँ अनुकूल हुई तो ये न्यूट्रॉन अन्य नाभिको का विखडन कर सकते है, जिससे पुन नए नाभिक बनेंगे, न्यूट्रॉन निकलेंगे और ऊर्जा मुक्त होगी। ये नए न्यूट्रॉन क्रमश विखडन को आगे बढा सकते हैं। तात्पर्य यह कि विखडन शृखला (chain) प्रारम्भ हो जाती है।

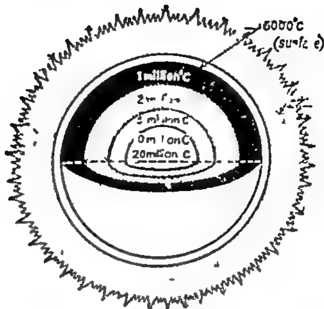
यदि इस प्रक्रिया को नियन्त्रित कर लिया जाये अर्थात् कृत्रिम उपायो से इसे धीरे-धीरे कराया जाय तो उत्सर्जित ऊर्जा को सृजनात्मक कार्यो मे प्रयुक्त किया जा सकता है। नाभिकीय रिएक्टर (परमाणु भट्टी) मे यही प्रक्रिया होती है जिससे बिजली बनायी जाती है।

परन्तु नाभिकीय विखडन की शृखला प्रक्रिया को नियन्त्रित न किया जाय तो भयकर विस्फोट होता है और अपार ऊर्जा के साथ घातक रेडियो तरगें निकलती है जो वर्षो तक जीवधारियो को अपने प्रभाव से मुक्त नही करती।

परमाणु बम बनाने मे यूरेनियम तथा प्लूटोनियम दोनो प्रयुक्त होते है। चूकि मद न्यूट्रानो से U 235 ही टूटता है अत परमाणु बमो मे यही प्रयुक्त होता है। विखडित होने वाले पदार्थ के लिए यह आवश्यक है कि वह एक निश्चित द्रव्यमान (जिसे शास्त्रीय भाषा मे 'क्रान्तिक द्रव्यमान' Critical Mass) कहा जाता है) से अधिक द्रव्यमान का हो। इस स्थिति के लिए विखडनीय पदार्थ के दो खड लिए जाते है जिनमे से प्रत्येक का द्रव्यमान 'क्रातिक द्रव्यमान' से कम होता है और जब दोनो का आपस म मेल हो जाता है तो प्राप्त द्रव्यमान 'क्रातिक द्रव्यमान' से अधिक हो जाता है। फलस्वरूप अनियन्त्रित शृखला प्रक्रिया प्रारम्भ हो जाती है। पलक झपकते ही लाखो डिग्री ताप और उच्च वायुमडलीय दाब उत्पन्न हो जाता है। अधा कर देने वाली चमक उत्पन्न होती है और मीलो तक जीवधारियो का नामोनिशा नही बचता। विस्फोट से भवन, अन्य सपदाओ का भी नाश हो जाता है। इससे निकले घातक रेडियो धर्मी विकिरण (Radio Active Radiations) सैकडो मील तक के क्षेत्र मे जीवधारियो को क्षति पहुँचाते हैं और उनमे आनुवशिक रूप से शारीरिक विकृतियो को जन्म देते है।

हाइड्रोजन बम

हाइड्रोजन बम की प्रक्रिया परमाणु बम की ठीक उल्टी है। जहाँ परमाणु बम मे मद न्यूट्रॉनो की बौछार से एक भारी नाभिक दो हल्के नाभिको मे टूटता है, वही इसमे दो हल्के नाभिक आपस मे सलयित (Fuse) होते है और भारी



सूर्य के अदर विद्यमान अगाध ऊर्जा भडार का रहस्य है उसके अदर निरन्तर हो रही नाभिकीय सलयन की प्रक्रिया

नाभिक का निर्माण करते है। हाइड्रोजन बम मे सलयन की प्रक्रिया होती है। प्रक्रिया के प्रारम्भ मे हल्के नाभिको का सम्मिलित द्रव्यमान प्रक्रिया के अत मे बने भारी नाभिक के द्रव्यमान से थोडा अधिक होता है। द्रव्यमान मे कमी ऊर्जा मे परिवर्तित हो जाती है। इस क्रिया को 'नाभिकीय सलयन' (Nuclear Fusion) या 'ताप नाभिकीय अभिक्रिया' (Thermo Nuclear Reaction) कहते हैं। सूर्य मे भी हाइड्रोजन बम की ही प्रक्रिया निरतर चलती रहती है अर्थात् चार हाइड्रोजन परमाणुओ के आपस मे मिलने से हीलियम का एक नाभिक बनता है एव ऊर्जा विमुक्ति होती है।

धरती पर नाभिकीय सलयन की प्रक्रिया तभी संभव है जब इतना उच्च ताप हो। अत हाइड्रोजन बम मे परमाणु बम भी रखा रहता है जिसके विस्फोट से लगभग लाखो डिग्री ताप उत्पन्न कराया जाता है और इतने ऊँचे ताप पर हाइड्रोजन के समस्थानिको—ट्राइटियम और ड्यूटेरियम ($_1H^2$ और $_1H^3$) का सलयन होता है और विध्वसकारी ऊर्जा उत्पन्न होती है।

परमाणु बम से हजारो गुना शक्तिशाली होता है हाइड्रोजन बम। यह भी सयोग देखिए कि हाइड्रोजन बम को भी अमेरिकी वैज्ञानिको ने ही आविष्कृत किया।

हाइड्रोजन बम बनाने के लिये पहले एक मिश्र धातु के खोल मे ड्यूटेरियम और ट्राइटियम रख दिया जाता है। नाभिकीय सलयन की प्रक्रिया आरम्भ करने के लिये खोल के अदर रखे परमाणु बम का न्यूट्रॉनो की सहायता से विस्फोट कराया जाता है जिससे सलयन के लिए आवश्यक ताप प्राप्त हो जाता है—और इस उच्च ताप पर ड्यूटेरियम तथा ट्राइटियम के सलयन से हीलियम नाभिक बनता है तथा ऊर्जा निकलती है। उक्त क्रिया पलक झपकते ही पूरी हो जाती है। इसमे उत्पन्न न्यूट्रॉन यूरेनियम या प्लूटोनियम का विखडन करते हैं जिससे बम की विध्वसक शक्ति मे और वृद्धि हो जाती है। चूकि इस बम मे 'क्रातिक द्रव्यमान' प्राप्त नही करना होता है अत बम के आकार की कोई बदिश नही। आकार कितना भी बडा हो सकता है।

इसका उपयोग मात्र विध्वसक कार्यो मे ही किया जा सकता है। इधर इसकी तकनीक और आसान हो गई है जिसमे अब यूरेनियम, प्लूटोनियम की भी जरूरत नही पडती। अब विखडन क्रिया की भी जरूरत नही रही। लीथियम हाइड्राइड पर लेसर पुजो की बौछार से सीधे हाइड्रोजन बम मे सलयन प्रक्रिया प्रारम्भ हो सकती है।

न्यूट्रॉन बम

परमाणु बम, हाइड्रोजन बम के बाद विध्वसको की दुनिया मे नया नाम है—न्यूट्रॉन बम। यह मात्र लघु आकार का विखडन रहित हाइड्रोजन बम है अर्थात् इसमे विस्फोट तरगे न निकलकर ऊर्जा न्यूट्रॉन विकिरण के रूप मे विमुक्त होती है। यह ऊर्जा भवनो, टैको को अप्रभावित छोडकर उनके अन्दर के जीवो पर प्रहार करती है।

चूकि इस बम मे विस्फोट की प्रक्रिया नही होती है, अत संपत्ति का नाश इससे नही होता है। परमाणु बम मे विस्फोट तरगें अधिक निकलती है। हाइड्रोजन बम मे चूकि न्यूट्रानो का भी उत्सर्जन अधिक होता है एव विस्फोट भी, अत यह 'सलयन बम' परमाणु बम से अधिक घातक होता है जो जन-धन दोनो को क्षति पहुँचाता है, पर न्यूट्रॉन बम (जो मात्र लघु, विखडन-रहित हाइड्रोजन बम है) मे विस्फोट तरगो के बजाय न्यूक्लीय विकिरण की समृद्धि पर जोर दिया जाता है। इसमे 80% से अधिक ऊर्जा घातक न्यूट्रॉनो के पुज के रूप मे निकलती है जबकि परमाणु बम मे 50% से अधिक ऊर्जा विध्वसक विस्फोट एव आघात तरंगो के रूप मे होती है, न्यूट्रॉन विकिरण मात्र 5% होता है। न्यूट्रॉन बम मे इसकी अपेक्षा 16 गुना अधिक न्यूट्रॉनो का उत्सर्जन होता है,

विस्फोट तरगें तो निकलती ही नही। अत यही कारण है कि यह सपति को नुकसान पहुँचाये बगैर मात्र जीवो का संहार करता है। निश्चय ही ये बम सामरिक उपयोग के है।

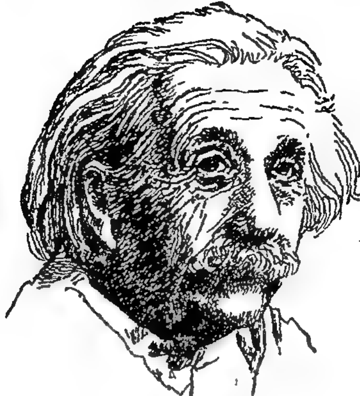
न्यूट्रॉन बम मे सलयन प्रक्रिया को आरम्भ करने के लिये यूरेनियम विखडन की आवश्यकता नही पडती। यह काय साधारण विस्फोटको-टी० एन० टी० (ट्राई नाइट्रो टालुईन) से भी हो जाता है अत न्यूट्रॉन बम को इसलिये छोटा किया जा सकता है। टी० एन० टी० के प्रयोग से बम मे भयकर विस्फोट नही होता, फलत विस्फोट तरगें नही उत्सर्जित होती। कुल मिलाकर इसमे घातक न्यूट्रॉनो के उत्सर्जन पर बल दिया जाता है।

न्यूट्रॉन बम बनाने का प्रयास सन् 1950 से अमेरिका और रूस मे चल रहा था। अमेरिका ने 1963 मे नेवाडा मरुस्थल मे न्यूट्रॉन बम का परीक्षण किया था जिसकी समूचे विश्व मे तीव्र प्रतिक्रिया हुई। विपक्ष मे कई बम विरोधी जन-आदोलन हुए। राष्ट्रपति काटर ने तो अपने शासन-काल मे इस पर पाबदी भी लगा दी थी पर 'अमेरिकी राष्ट्रीय सुरक्षा ,कौसिल' के नियोजन समूह की बैठक मे राष्ट्रपति रीगन ने न्यूट्रॉन बम बनाने की अपनी मजूरी दे दी है। यह निर्णय अगले विश्वयुद्ध का सकेत भी हो सकता है।

कौन था
इस विध्वंस लीला का सूत्रधार?

यह हमारे लिए खेद का विषय है कि आइन्स्टाइन का नाम लेने से जन सामान्य के मन मे यह प्रतिक्रिया होती है कि वह केवल उन्हें परमाणु बम से ही जोड पाता है और वह इस बात को स्मरण नही कर पाता कि आइन्स्टाइन के विचारो ने विज्ञान के इतिहास मे क्रान्तिकारी योग दिए। उनके द्वारा प्रतिपादित 'सापेक्षता' सिद्धान्त की महत्ता तत्कालीन समाज जल्दी समझ न सका। उन युग प्रवर्तक विचारो की सर्वव्यापकता तो लोगो ने तब स्वीकारी जब उनके सिद्धान्त उनके जीवन काल मे ही प्रायोगिक स्तर पर सही साबित हुए। उन्होंने प्रयोगशाला मे कोई कार्य नही किया। बन के स्विस पेटेंट दफ्तर मे क्लर्क की नौकरी करते हुए उन्होंने क्रान्तिकारी विचारो को जन्म दिया। वे कहा करते थे कि मेरा मस्तिष्क ही मेरी प्रयोगशाला है।

यदि सचमुच उनके विचारो से लोगो मे निष्क्रियता थी तो मैं लिंकन बारनेट की भाँति इसे जन समुदाय की 'बौद्धिक शून्यता' की संज्ञा देना चाहूँगा। वे प्रसिद्ध भी हुए अपने इन्ही विचारो के कारण। उन्हे नोबेल पुरस्कार भी मिला था लेकिन 'सापेक्षता' के लिए नही, बल्कि 'प्रकाश-वैद्युत प्रभाव' (Photo Electric Effect) के नियम के प्रतिपादन के लिए। यह कैसा विरोधाभास है कि जिस सापेक्षवाद के लिए वे विश्व विख्यात हुए, जिसके समझने या समझाने की बात पर तरह-तरह के किस्से मशहूर है, उस कार्य पर नही बल्कि अपेक्षाकृत साधारण कार्य के लिए उन्हे पारितोषिक दिया गया।



मानवता के प्रबल पक्षधर महाविज्ञानी आइंस्टाइन, जिन्हें समझने में इतिहास ने भूल की

बारनेट अपनी पुस्तक *'The Universe And Dr Einstein'* में इस बात पर अच्छा प्रकाश डालते हैं—'सन् 1905 से जबकि प्रथम बार विशेष सापेक्षवाद का सिद्धान्त प्रकाशित हुआ था, 50 वर्षों तक आइन्स्टाइन की वैज्ञानिक विशिष्टता और उनके जन साधारण द्वारा समझे गए रूप के बीच जो भयानक खाई उपस्थित रही, वह हमारी शिक्षा प्रणाली में अन्तर्निहित रिक्तता का मापदण्ड है। आज अधिकांश समाचार-पत्र पढ़ने वाले इस बात से मोटे तौर पर परिचित हैं कि परमाणु बम से आइन्स्टाइन का सम्बन्ध था, लेकिन इस बात को छोड़ देने पर उनका नाम गूढ़ता के आवरण में ही रह जाता है। यद्यपि उनके सिद्धान्त आधुनिक विज्ञान में बहुत महत्वपूर्ण स्थान रखते हैं, तथापि वे आधुनिक अध्ययन क्षेत्र में अपना स्थान नहीं बना सके हैं। इसलिए यह बात तनिक भी विस्मयपूर्ण नहीं है कि एक कालेज स्नातक अब भी आइन्स्टाइन को, भौतिक सत्यता (Physical Reality) को समझने के लिए मानव के मंद संघर्ष

मे अत्यधिक महत्वपूर्ण ब्रह्माडीय नियमो (Cosmic Laws) के आविष्कारक के रूप मे नही, बल्कि एक विशुद्ध गणितज्ञ के रूप मे जानता है। वह इस बात से परिचित नही है कि सापेक्षवाद अपनी वैज्ञानिक उपलब्धियो के अतिरिक्त एक महती दार्शनिक प्रणाली का भी जन्मदाता है, जो लाक, बकले और ह्यूम जैसे महान् ज्ञानियो के विचारो को प्रकाशित और अभिवर्द्धित करती है। परिणामत वह अपने विशाल एवं रहस्यमय ब्रह्माण्ड (Universe) के बारे मे, जिसमे वह निवास करता है, बहुत कम जानकारी रखता है।'

वास्तव मे आइन्स्टाइन के विचारो मे दार्शनिकता का पुट है। आइन्स्टाइन स्वय कहा करते थे—'मैं भौतिक-विज्ञानी की अपेक्षा दार्शनिक ज्यादा हूं।' उन विचारो को समझने मे, उसका मूल्याङ्कन करने मे लोगो को बहुत समय लगा, जो इस बात का प्रत्यक्ष प्रमाण है कि आइन्स्टाइन विलक्षण प्रतिभा वाले मेधावी पुरुष थे। ऐसी गूढ बातें साधारण मस्तिष्क म जन्म ले ही नही सकती।

प्रसिद्ध भौतिक विज्ञानी प्रो० पाल डिराक के शब्दो मे सापेक्षवाद ने विज्ञान मे पूरी नवीन विचारधारा का समावेश किया और आइन्स्टाइन ने अकेले विज्ञान के इतिहास मे सम्पूण प्रवाह की दिशा धारा को ही बदल दिया।

प्रो० डिराक लिखते ह—'प्रथम विश्व युद्ध के अत से पूव कुछ विशेपज्ञो को छोडकर लोग सापेक्षवाद के सिद्धान्त और आइन्स्टाइन के विषय मे कुछ भी नही जानते थे। यह एक ऐसा समय था जब प्रत्येक व्यक्ति युद्ध से परेशान था। इनमे युद्ध जीतने और हारने वाले दोनो ही शामिल थे। हर कोई सोचने के लिए कुछ नई बात चाहता था। सापेक्षवाद ने वही अवधारणा उन्हे दी जो वे चाहते थे। शीघ्र ही यह बातचीत का आम विषय बन गया। जब मैंने आइन्स्टाइन का नाम पहले पहल सुना, मैं ब्रिस्टल यूनिवर्सिटी मे इजीनियरी का विद्यार्थी था। यह सब कुछ इतना अद्‌भुत, अवास्तविक और प्रचलित विचारधारा से एकदम अलग लगा। इसने विज्ञान मे एक पूरी नवीन विचारधारा का समावेश किया।'

बर्ट्रेंड रसेल के अनुसार सापेक्षता का सिद्धान्त 'शायद अब तक मानव मेधा की महानतम् समन्वयात्मक उपलब्धि है। दो हजार वर्षों से भी अधिक का गणित और भौतिकी का परिश्रम इसमे पूणत्व पाता है।'

सापेक्षता ('Relativity') के जनक के रूप मे वे विश्वविख्यात है लेकिन सापेक्षता का नाम लेने से आज भी अधिकाश जन-मानस नीरसता का अनुभव करता है। वह तो समाज मे केवल बम-प्रसग से ही जुडे रह गए जो मात्र सयोग ही था। उन्होंने तो केवल सिद्धांत की बात की थी कि 'द्रव्य' और 'ऊर्जा' (Mass and Energy) आपस मे परिवतनशील हैं और द्रव्य से ऊर्जा विमुक्ति

की सम्भावना उन्होने प्रकट की थी लेकिन उन्हे ऐसा विश्वास नही था कि उनके जीवन काल मे ही बम बन सकेगा। अमेरिका द्वारा द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान जापान के दो प्रमुख शहरो–हिरोशिमा और नागासाकी पर गिराये गए बम का प्रकरण मानवीय इतिहास का दु खद पृष्ठ है जिसके लिए आइन्स्टाइन जीवन भर अफसोस करते रहे। लेकिन उन्होने अपने को कभी अपराधी नही महसूस किया। वे स्वीकारते है कि—'परमाणु बम के निर्माण में मेरा एकमात्र योगदान था कि मैंने रूजवेल्ट (अमेरिकी राष्ट्रपति) को चिट्ठी लिखी।' और वह भी मात्र हिटलर की तानाशाही को समाप्त करने के लिए। उन्होने रूजवेल्ट को अमेरिका मे चल रहे परमाणु अनुसधान के बारे मे लिखा। रूजवेल्ट ने कडा रुख अपनाया और अन्तत अगस्त 1945 मे अमेरिका ने जमनी समर्थक जापान के दो शहरो को बम गिराकर तहस-नहस कर दिया। सारी दुनिया भय से काँप उठी। और द्वितीय विश्व युद्ध के समाप्ति की घोषणा कर दी गई।

आइन्स्टाइन का विश्वास था कि 'जापान के लोगो पर इसके प्रयोग की आवश्यकता नही होगी लेकिन वैसा नही हुआ। रूजवेल्ट को पत्र लिखने का उन्हे जीवन भर अफसोस रहा। शाति स्थापना मे वे हमेशा लगे रहे। यह दूसरी बात है कि उन्हे इतिहास ने परमाणु बम का जनक समझा। इस बारे मे स्वय आइन्स्टाइन का कहना था 'मैं अपने आपको परमाणु ऊर्जा विमोचन का जनक नही मानता। इसमे मेरी भूमिका नितान्त अप्रत्यक्ष थी। मैंने कभी भी यह कल्पना नही की थी कि यह मेरे जीवन काल मे विमुक्त हो सकेगी। मैं केवल इतना ही सोचता था कि यह सैद्धान्तिक रूप से सम्भव है इसकी खोज ओटोहान ने बर्लिन मे की किन्तु इसकी सही विवेचना लिज माइतनर ने की और इस सूचना को जर्मनी से भागकर नील्स बोर तक पहुँचा दी खोजें व्यक्ति द्वारा की जाती हैं, सगठनो द्वारा नही।'

हाइड्रोजन बम के प्रबल विरोधी ए० जे० मस्ट को 1952 मे लिखे गये एक पत्र में वे लिखते हैं—'सैनिक लक्ष्यो के लिए विज्ञान का दुरुपयोग करने वाले वैज्ञानिको का आप मुझे सरदार मानते है, यह आपकी गलतफहमी है, दरअसल सैनिक तो दूर, व्यावहारिक विज्ञान के क्षेत्र मे भी मैंने कोई काम नही किया है। अपने समय की सैनिक मनोवृत्ति को मैं निन्दा करता हूँ। दरअसल मैं आजीवन शातिवादी रहा हूँ और गाँधी को इस युग की—एकमात्र महान् राजनीतिक विभूति मानता हूँ।'

शाति एव अहिंसा के पुजारी गाधी के विचारो के वे हिमायती थे। जून 1950 मे संयुक्त राष्ट्र रेडियो के साक्षात्कार के समय जब उनसे प्रश्न किया गया—इस संकट की घडी मे आप विश्व के लोगो को कौन से शब्द प्रसारित

करना चाहेंगे ? तब उनका स्पष्ट उत्तर था—'हमारे समय के समस्त राजनीतिक पुरुषों मे गांधी जी के विचार सर्वाधिक प्रबुद्ध है, हमे उनका अनुसरण करना चाहिए, हमे हिंसा का प्रयोग नही करना चाहिए।'

विश्व मानचित्र मे शांति की स्थापना के मसीहा गांधी के वे प्रबल समर्थक थे और उनके विचारो की सुन्दरता को अपने जीवन मे उतारने की भरसक चेष्टा करते रहे।

परमाणु शक्ति के विध्वसक परिणामो को देखकर ब्रिटिश गणितज्ञ, दार्शनिक बर्ट्रेंड रसेल ने परमाणु परीक्षण पर रोक लगाने के लिए दुनिया भर से अपील की। इस कार्य हेतु उन्होंने जो घोषणा पत्र तैयार किया, उस पर हस्ताक्षर करने वाले प्रथम वैज्ञानिक थे—आइन्स्टाइन। बाद मे इसी 'रसेल-आइन्स्टाइन घोषणा पत्र' से विश्व शांति की मूल भावना से प्रेरित 'पगवाश आन्दोलन' की नीव पडी।

वास्तव मे शांति स्थापना मे वे जीवन के अन्तिम वर्षो तक लगे रहे। वे प्रारम्भ से ही हिटलर की तानाशाही के खिलाफ थे। उन्होने 1914 मे 92 जर्मन बुद्धवादियो के उस घोषणा पत्र पर हस्ताक्षर करने से अस्वीकार कर दिया, जिसमे जर्मन सस्कृति और जर्मन सैनिक प्रवृत्ति को मान्यता दी गई थी। इस प्रकार उन्होने अपनी बौद्धिक स्वच्छन्दता अक्षुण्ण रखी। सन् 1923 मे जर्मनी में हिटलर ने अपने शासन काल मे यहूदियो के विरुद्ध बर्बरतापूर्ण व्यवहार करना प्रारम्भ कर दिया था। उन दिनो आइन्स्टाइन अमेरिका के पासाडेना नामक स्थान मे व्याख्यान देने गये हुये थे। वही से उन्होंने जर्मनी न वापस आने का फैसला कर लिया। उन्हे ऐसे राष्ट्र शासको से नफरत थी, जहाँ वैज्ञानिक स्वच्छन्दता का दमन किया जाता हो। नाजी विरोध की भावना के प्रदर्शन के लिए उन्होने 'प्रशियन अकादमी' से त्याग-पत्र दे दिया और फिर स्थायी रूप से अमेरिका के नागरिक बनकर वही रह गए। प्रिंस्टन स्थित 'इन्स्टीट्यूट फार एडवान्स्ड स्टडीज' मे भौतिकी के प्राध्यापक नियुक्त होकर जीवन के अन्तिम क्षणो तक वही रहे।

जब भी उन्हे लगा कि बुद्धिजीवियो की वैचारिक स्वतन्त्रता का हनन हो रहा है, वे चुप नही रहे। द्वितीय विश्व युद्ध के पश्चात् अमेरिका मे एक अवसर ऐसा भी आया जब जन-जीवन त्रस्त हो गया। उस राजनीतिक हलचल मे वामपथ से तनिक भी सहानुभूति रखने वाले व्यक्ति को राजनीतिक उत्पीडन दिया जाने लगा तो उस समय 'न्यूयार्क टाइम्स' (12 जून, 1953) मे अपना एक पत्र प्रकाशित कराके उन्होने इसका विरोध किया और समस्त अमेरिकी बुद्धिजीवियो का आवाहन करते हुए उन्होने कहा कि इस समय असहयोग ही

उनके लिए सबसे सही और क्रांतिकारी शस्त्र हो सकता है। जब अधिकांश बुद्धिजीवियों ने उनके इस प्रस्ताव से असहमति दिखायी तो उन्होंने और स्पष्ट ढंग से कहा कि, 'अज्ञानी शासकों की तानाशाही बुद्धिजीवियों को यूं चुपचाप बिना संघर्ष के नही झेलनी चाहिए।' '

उन्हे शांति प्रिय थी। अशांति एवं तानाशाही के वे खिलाफ थे। जापान का बम-प्रसंग उनके स्वयं के जीवन मे एक कारुणिक प्रसंग बन कर आया जो उन्हे काफी अरसे तक सालता रहा लेकिन यह उनकी मजबूरी थी। हिटलर के विरोध एवं इसराइल वासियों को जीवन रक्षा के लिए उन्होंने ऐसा कदम उठाया था। रूजवेल्ट को लिखे गए पत्र के दुःखद परिणाम के लिए वे अपने जीवन की साध्य वेला मे भी अफसोस करते रहे। गांधी की दूरदर्शी नीति में उन्हे दृढ विश्वास था और उनके सिद्धांतो की महानतम् सम्भावनाओ की ओर दुनिया के लोगो का ध्यान आकर्षित कराने मे उन्होने कोई कोर कसर नहीं छोडी। इतिहास ने उन्हे परमाणु बम का सूत्रधार समझकर भूल ही की जिसका परिष्कार होना चाहिए।

जीवन भर वह बमो के खिलाफ बोलते रहे। वह इस नाते नही कि वे इसके लिए अपने को दोषी मानते थे बल्कि इस नाते कि वे इसे अपना और वैज्ञानिक समुदाय का उत्तरदायित्व मानते थे

'ऐल्फ्रेड नोबेल ने उस समय तक ज्ञात सर्वाधिक शक्तिशाली विस्फोटक की खोज की जिसकी विध्वसक शक्ति अद्वितीय थी। उन्होने अपने अन्तरतम को सान्त्वना देने के लिये शांति पुरस्कार की स्थापना की। आज उन भौतिक वैज्ञानिको की भी वही भावना है जिन्होने सर्वाधिक घातक एवं रोमाचक युद्धास्त्र (परमाणु बम) तैयार किया है—इसलिये नही कि वे अपने को दोषी मानते है वरन् इसलिये कि वे इसे अपना उत्तरदायित्व समझते है। हम विश्व को बारम्बार आगाह करने से चूकेंगे नही हमने इस युद्धास्त्र का निर्माण इसलिये किया कि यदि नाजी हमसे पूर्व उसे बना लेते तो विश्व का सहार हो गया होता। हमने अमेरिका तथा ब्रिटिश लोगो के हाथो मे इस ब्रह्मास्त्र को इसलिये सौंपा कि वे मानवता के रक्षक बनें। लेकिन युद्ध तो जीत लिया गया किन्तु शान्ति नही। हम भौतिक विज्ञानी न तो राजनीतिज्ञ है, न ही राजनीति मे हस्तक्षेप करना चाहते है। लेकिन हम लोग कुछ ऐसी बाते जानते हैं जो राजनीतिज्ञ नही जानते। हम अपना कर्तव्य समझते है कि हम उन्हे सचेत कर दें।'

शांति का दम भरने वालो को उनकी खुली चुनौती थी

'उन्हें एक स्वर से पूर्ण निरस्त्रीकरण की घोषणा करनी चाहिये। जब

तक सेनायें रहेगी, युद्ध होता रहेगा। लोग तब तक मेरी चापलूसी करते रहते है, जब तक मैं उनके मार्ग का रोडा नही बनता। यदि मैं उनके प्रतिकूल उद्देश्यो की ओर प्रयास करता हूँ, तो वे गाली देते है और दर्शक लोग मूक रहते हैं।'

'जब तक युद्ध की सम्भावना बनी हुई है, तब तक राष्ट्र सैन्य दृष्टि से तैयार रहना चाहेगे लोग कभी नही चाहेंगे कि उन्हें धीरे-धीरे निरस्त्र किया जाय, उन्हे तो एक झटके मे ऐसा किया सकता है या फिर नही ही हमारे समक्ष दो रास्ते है—या तो हम शान्ति का पथ अख्तियार करें या फिर वही पुराना बबरतापूर्ण रास्ता।'

फिर भी उनके मन मे आशा की एक किरण विद्यमान थी

'मैं ऐसा नही मानता कि परमाणु बम से लड़े गये युद्ध मे सभ्यता का उच्छेदन हो जायेगा। शायद धरती के दो-तिहाई लोग मारे जायें लेकिन तो भी एक तिहाई ऐसे लोग बचे रहेगे जो सोचने मे सक्षम होंगे और पर्याप्त पुस्तकें बची रहेगी जिनसे सभ्यता को पुन प्राप्त किया जा सकेगा।'

कदाचित् यह विश्लेषण यह बात कहने के लिए काफी है कि आइन्स्टाइन बम प्रकरण के सूत्रधार नही थे। भ्रमवश उन्हे इसका जनक समझ गया। इस मिथ्यावरण से उनकी मानवतावादी छवि धूमिल होती है। समय रहते इतिहास की इस भयंकर भूल का परिष्कार होना ही चाहिए।

एटम बमों के ढेर पर बैठी है ये दुनिया

बढ़ती जनसंख्या और समाप्तप्राय संसाधनों के दौर में, वर्तमान में और आने वाले दशकों में हमें ऊर्जा संसाधनों की खोज, नई-नई प्रौद्योगिकियों के विकास एवं आर्थिक-सामाजिक चुनौतियों का सामना करना पड़ेगा। इस संक्रमण काल में, जबकि अपनी अस्तित्व रक्षा के लिए अनुसंधान एवं विकास कार्यों में हमें अपनी ऊर्जा लगानी चाहिए, दुनिया के अधिकांश मुल्क अपने सैन्यबल को ही सुगठित और समृद्ध करने की दिशा में सचेष्ट हैं। यदि शस्त्रों की होड़ की गति ऐसी ही बनी रही तो निश्चय ही विश्व युद्ध के बादल मंडरा रहे हैं। परमाणु अस्त्रों से समूची मानवता का नाश होने में विलम्ब नहीं।

देखा जाय तो पता चलता है कि सृजनात्मक एवं असैनिक व्यय की तुलना में सैन्य व्यय कहीं अधिक है। एक अनुमान के अनुसार लगभग *5* खरब डालर की विपुल राशि सारी दुनिया की सैनिक तैयारियों में लगी हुई है तथा इससे लगभग *10* करोड़ लोग प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से प्रभावित हैं।

सैन्य व्यय—कितनी राशि ?

इस समय दुनिया भर में नियमित सेनाओं में भर्ती लोगों की संख्या लगभग 2.5 करोड़ है। दुनिया भर के रक्षा विभागों में सैन्य उद्देश्यों की पूर्ति में लगे असैनिक लोगों (सैनिक उपकरणों की

पूर्ति से सम्बन्धित प्रत्यक्ष और औद्योगिक रोजगार मे) की सख्या लगभग 40 लाख है।

वर्दी धारी सैनिको और सैन्य उपकरणो की पूर्ति मे लगे असैनिक लोगो के अतिरिक्त प्रत्यक्ष रूप से थोडी मानव शक्ति और भी इसमे शामिल है। सैन्य शोध एव सैन्य विकास मे विज्ञानियो एव अभियताओ की अपनी अहम् भूमिका है। एक अनुमान के अनुसार वतमान मे सैन्य शोध एव विकास मे लगे वैज्ञानिको एव अभियताओ की सख्या लगभग 5 लाख है।

स्पष्ट है कि विशुद्ध सैन्य क्रिया-कलापो मे प्रत्यक्ष रूप से 3 करोड 95 लाख लोग लगे हुए हैं।

सम्पूण विश्व मे वर्दी धारी सैन्य कर्मचारी वर्ग की सेवा करने वाले लोगो के साथ-साथ सेना को वस्तुओ तथा सेवा की पूर्ति करने के काय मे, सेना द्वारा प्रत्यक्ष रूप से नियोजित श्रमिक बल मे, लगभग 43 करोड 5 लाख लोग लगे हुए है।

प्रत्यक्ष रूप से सैन्य सेवा मे नियोजित लोगो की सख्या की अपेक्षा अप्रत्यक्ष रूप से सैन्य सेवाओ मे लगे लोगो की सख्या 50 से 100 प्रतिशत अधिक है। पूरे विश्व मे औद्योगिक नियोजन मे प्रत्यक्ष रूप से लगभग 60 लाख श्रमिक लगे हैं। इस आधार पर ज्ञात होता है कि अप्रत्यक्ष रूप से सैन्य व्यय पर आधारित, औद्योगिक पदो की अतिरिक्त सख्या लगभग 30 लाख से 60 लाख तक है।

इन आँकडो से स्पष्ट है कि सैन्य व्यय मे कितनी विपुल धनराशि और श्रमिक शक्ति शामिल है। उल्लेखनीय है कि यह राशि और श्रमिक शक्ति इन कार्यों के निमित्त निरन्तर बढती ही जा रही है। सेनाओ मे भर्ती किये जा रहे लोगो की सख्या मे पिछले दो दशको मे प्रर्याप्त वृद्धि हुई है। 1960 की अपेक्षा सन् 1980 मे सारी दुनिया मे सैनिको की सख्या तिगुनी हुई है। 1970 की अपेक्षा 1980 मे सैनिको की सख्या मे 10 प्रतिशत की वृद्धि हुई है। विकसित देशो मे सैनिको की सख्या मे ठहराव आया है (आधुनिक आयुधो के भडारण मे नहीं) पर विकासशील राष्ट्रो मे यह सख्या अवश्य बढती रही है। उत्तरी अटलाटिक सन्धि सगठन (North Atlantic Treaty Organisation—NATO), वारसा सन्धि सगठन (Warsaw Treaty Organisaion) के कारण सम्पूर्ण विश्व के सैन्य बल मे 40 प्रतिशत की वृद्धि हुई है, जिसका अनुपात चीन

में 17 प्रतिशत, एशिया, अफ्रीका और लातीनी अमेरिका जैसे विकासशील देशों में लगभग 38 प्रतिशत है।

अब आइए, एक नजर सैन्य औद्योगिक उत्पादनो पर भी डाली जाय। एक अनुमान के अनुसार समग्र विश्व का सैन्य औद्योगिक उत्पादन 1976 और 1977 का लगभग 10 खरब 50 अरब डालर था। ध्यान देने की बात है कि यह अनुमान 1976 के पूरे विश्व के सैन्य व्यय का मात्र 30% भाग है।

सामरिक प्रौद्योगिकी

वर्तमान मूल्यो के अनुसार 1980 मे विश्व सैनिक व्यय 50,000 करोड डालर का था। यह राशि पृथ्वी पर मौजूद प्रत्येक स्त्री, पुरुष और बच्चे के लिए लगभग 110 डालर के बराबर है।

विश्व मे अभी तक किये गये अनुसधान एव विकास कार्यों पर ध्यान दिया जाय तो पता चलेगा कि अनुसधान के अन्य क्षेत्रो—ऊर्जा, स्वास्थ्य, प्रदूषण नियत्रण और कृषि आदि के संयुक्त लक्ष्यो से भी आगे सैनिक लक्ष्य ही रहा है। वास्तव मे विश्वव्यापी सैनिक अनुसधान और विकास, विकासशील देशो मे किए जाने वाले समस्त अनुसधान एव विकास की तुलना मे कम से कम 6 गुना है।

वस्तुत द्वितीय विश्व युद्ध के बाद हथियारो की प्रौद्योगिकी मे तेजी से परिवर्तन हुए है। अनुमानत बडे आयुधो की सभी श्रेणियो के 5 से 8 वर्ष के अन्दर 'नए मॉडल' आ जाते है। हथियारो की प्रौद्योगिकी मे निरन्तर परिवर्तन एव परिष्करण होता रहता है। सामरिकी और युद्ध कौशल की अपेक्षा प्रौद्योगिकी आगे रही है।

समस्त अनुसधान एव विकास की तुलना मे सैनिक अनुसधान और विकास व्यय सर्वाधिक है। केवल दो देश, सयुक्त राज्य अमेरिका और सोवियत रूस ही सैनिक अनुसधान और विकास पर इसका बहुत बडा अश व्यय करते हैं। यदि इसमे फ्रास और ब्रिटेन को मिला दिया जाय तो यह अश 90 प्रतिशत से ऊपर हो जाएगा।

रचनात्मक परिवर्तन की व्यापक सभावनाएँ

उपर्युक्त आँकडे बताते है कि समस्त विश्व की एक बहुत बडी पूँजी विध्वसक कार्यों की भेंट चढती जाती है। यदि इन्हें सृजनात्मक कार्यों मे लगाया जा सके, तो युद्ध मे बादल तो छटेंगे ही, विश्व-शांति की स्थापना के साथ-साथ प्यासी-तडपती मानवता को भी त्राण मिलेगा।

सारणी—विश्व सैनिक व्यय का वितरण (1955 1980)

प्रतिशत*

समूह	1955	1960	1965	1970	1975	1980
न्यूक्लीय हथियार वाले राज्य (क)	81 4	78 9	76 0	75 8	67 1	64 6
चार अग्रणी शस्त्र निर्यातक (ख)	76 2	73 3	67 4	65 8	57 4	55 8
नाटो और डब्ल्यू० टी० ओ०, जिनमे से	86 9	85 4	84 5	77 4	70 5	68 8
संयुक्त राज्य अमेरिका और सोवियत रूस (ग)	(68 7)	(63 7)	(48 9)	(47 4)	(31 9)	(27 1)
अन्य विकसित देश (घ)	9 8	10 1	13 6	15 4	16 0	15 1
विकासशील देश जिनमे से	3 3	4 5	5 9	7 2	13 5	16 1
मध्य पूर्व (च)	0 6	0 9	1 3	2 2	7 3	7 8
दक्षिण एशिया	0 6	0 6	1 1	0 9	0 9	1 1
सुदूर पूर्व (छ)	1 0	1 4	1 4	1 6	1 9	3 6
अफ्रीका (ज)	0 1	0 3	0 8	1 2	1 8	1 7
लातीनी अमेरिका	1 0	1 3	1 3	1 3	1 6	1 8

(क) संयुक्त राज्य अमेरिका, सोवियत रूस, फ्रांस, ब्रिटेन, और चीन।

(ख) संयुक्त राज्य अमेरिका, सोवियत रूस, फ्रांस, ब्रिटेन।

(ग) इन विषयो से सम्बन्धित अंतर्राष्ट्रीय समुदाय की मान्यता के अनुसार किसी एक देश के सरकारी दैनिक बजट आंकडे, अधिकांश अन्य देशो के आंकडो के साथ प्रत्यक्ष रूप से तुलना योग्य नही हैं, क्योंकि अध्ययन मे भिन्नता है और मुद्रा परिवर्तन दरो की कठिनाइयां आती हैं। स्टाकहोम अंतर्राष्ट्रीय शान्ति अनुसंधान संस्था (एस० आई० पी० आर० आई०) के द्वारा लगाए गए अनुमानो के अनुसार विश्व सैनिक व्ययो मे संयुक्त राज्य अमेरिका और सोवियत रूस का हिस्सा निम्न प्रकार से है—

1955	1960	1965	1970	1975	1980
65 0	62 6	58 2	58 7	50 1	48 0

(घ) नाटो और डब्ल्यू० टी० ओ० को छोडकर अन्य यूरोपीय देश और आस्ट्रेलिया, चीन, इजरायल, जापान, न्यूजीलैंड और द० अफ्रीका इसी वर्ग मे आते हैं।

(च) इजरायल को छोडकर (छ) चीन और जापान को छोडकर

(ज) दक्षिण अफ्रीका को छोडकर

*स्रोत—विश्व शस्त्रीकरण और निरस्त्रीकरण, सिपरी—एस० आई० पी० आर० आई० शब्दकोष 1981, पृष्ठ 156-169 (ग को छोडकर समस्त पाद टिप्पणियो के लिए)।

एक रचनात्मक सपरिवर्तन यह होगा कि अभी तक जिन साधनो को सैनिक उद्देश्यो की पूर्ति हेतु लगाया जा रहा है, उन्हे सार्वजनिक क्रियाकलापो तथा गतिशील अथ व्यवस्था मे लगा दिया जाय।

वस्तुत यह परिवतन बदलाव की उस प्रक्रिया का निर्माण या पुन-र्नियोजन है जिसको वास्तविक मानवीय और भौतिक ससाधनो को वस्तुओ और सेवाओ के उत्पादन के एक क्षेत्र से हटाकर दूसरे क्षेत्र मे लगाए जाने से मतलब है। यहा पर विशेष रूप से आशय सैनिक प्रयोजनो के लिए वस्तुओ और सेवाओ के उत्पादन मे लगे साधनो को उन वस्तुओ और सेवाओ के उत्पादन मे लगाना है जो कि आर्थिक एव सामाजिक विकास मे योगदान कर सकें। तात्पर्य विशेष रूप से उन ससाधनो के परिवतन एव पुर्नानियोजन से है जो कि सेना द्वारा इस्तेमाल या उपयोग की जाने वाली वस्तुओ के उत्पादन मे लगे है और जिन वस्तुओ की असैनिक उपयोगिता या तो थोडी है या बिल्कुल ही नही है।

परिवर्तन की समस्या को व्यापक परिप्रेक्ष्य मे रखते समय यह ध्यान देना होगा कि परिवतन की समस्या को इस रूप मे रखना बिल्कुल ही व्यावहारिक नही होता कि एक बार ही 500 अरब डालर की माग को प्रतिस्थापित किया जाय या असैनिक श्रम शक्ति मे करोडो लोगो को लगाया जाय, क्योकि एकाएक सैनिक प्रौद्योगिकी को असैनिक रूप मे परिवर्तित करने जैसा विकल्प हमारे पास नही है और न ही आयुधो के भडारो को विनष्ट ही किया जा सकता है। अत ये कुछ विचारणीय प्रश्न है जिनका समाधान होने मे समय लगने की सभावना है।

निरस्त्रीकरण और विकास साथ-साथ

वस्तुत बदलाव की समूची मानसिकता विश्व स्तर पर निर्मित करने की जरूरत है। तभी विध्वसक प्रौद्योगिकी और उसमे अन्तर्निहित श्रम, शक्ति और पूजी को सृजनात्मक कार्यों मे लगाया जा सकेगा।

इस दिशा मे निरस्त्रीकरण ही एक कारगर उपाय हो सकता है बशर्ते दुनिया की सभी, बडी एव छोटी, शक्तियाँ इसके लिए तैयार हो। निरस्त्रीकरण जहाँ सशस्त्र सेनाओ के आकार और व्यय मे कटौती करने की एक प्रक्रिया है, वही शस्त्रो को, चाहे वे प्रयोग मे लाये जा रहे हो, या मात्र जमा करके रखे गए हों, विनष्ट या विघटित करना भी है। साथ ही नए शस्त्रो की उत्पादन की क्षमता को उत्तरोत्तर समाप्त करना और सैनिक कर्मचारियो को मुक्त करके नागरिक जीवन मे समाविष्ट करना भी है। इसका चरम उद्देश्य है—प्रभुत्वकारी अंतर्राष्ट्रीय नियत्रण के अतगत व्यापक और सम्पूण निरस्त्रीकरण।

ऐसा करने से हम प्रत्येक व्यक्ति के लिए उर्वर और मर्यादापूण अस्तित्व से सम्बन्धित बुनियादी आवश्यकताओ की व्यवस्था कर सकेंगे और समुचित अर्थों मे यही विकास की परिभाषा भी है। विकास का अर्थ यह भी है कि प्रत्येक व्यक्ति को आर्थिक और सामाजिक प्रक्रिया मे पूरी तरह से हिस्सा लेने का अवसर मिले और वह उसके लाभो का भागीदार बने। यह तभी होगा जब विकसित और विकासशील देशो के बीच के अन्तर को हटाया जाय और वतमान तथा भावी पीढ़ियो के लिए शाति एव न्याय विपयक आर्थिक तथा सामाजिक विकास के कार्य को तत्परता एवं शीघ्रता से आगे बढाया जाय।

इस दिशा मे सयुक्त राष्ट्र सघ के महासभा के छठें विशेप अधिवेशन मे (अप्रैल-मई 1974) 'नव-अतर्राष्ट्रीय आर्थिक व्यवस्था' (A New International Economic Order) का घोपणा पत्र और उसके कार्यक्रमो की स्वीकृति प्रशसनीय चरण है। इसके व्यापक कायक्रमो पर अमल करना आशातीत सफलताओ के द्वार खोल सकता है।

निरस्त्रीकरण की सभावनाएँ

इस दिशा मे प्रथम चरण है सैनिक सामानो के स्थान पर असैनिक सामानो का उत्पादन। इस परिवतन की समग्र सभाव्यता के उत्साहजनक परिणाम तो द्वितीय विश्व युद्ध के बाद ही अनुभव किए जाने लगे थे।

अनेक विकासशील देशो मे पर्याप्त निरस्त्रीकरण किया जाता है तो वहाँ उससे विकास योजनाओ को कार्यान्वित करने के कार्य मे उपस्थित होने वाली वर्तमान वित्तीय कठिनाइयाँ विशेप रूप से आसान हो जायेंगी। हथियारो तथा अतिरिक्त पुर्जों के आयात तथा स्थानीय सैनिक उत्पादनो के लिए पूजीगत माल तथा मध्यवर्ती उत्पादो मे कमी के परिणामस्वरूप जिस विदेशी मुद्रा की बचत होगी उसे औद्योगीकरण तथा कृषि उत्पादन के विस्तार के कायक्रमो मे आने वाली रुकावटो को दूर करने मे किया जा सकेगा।

सशस्त्र सेनाओ, सैनिको अधिकारी वर्ग तथा प्रतिरक्षा सामग्री के उत्पादन उद्योगो मे लगे हुए कर्मचारी-वग मे से खाली हुए व्यक्तियो का एक दल बनाया जा सकेगा जिनसे विभिन्न प्रकार के कुशल-श्रमिको तथा प्रबन्धक कर्मचारी वर्ग की कमी को पूरा किया जा सकेगा।

आज विद्यालयो, विश्वविद्यालयो और तकनीकी सस्थाओ से उत्तीण होकर निकलने वाली पीढी के सैनिक सेवाओ मे निकल जाने से जिस कुशल श्रम शक्ति की कमी हो जाती है, उसे कम किया जा सकेगा।

खाली हुए कुशल इजीनियरो एव वैज्ञानिको को सृजनात्मक अनुसधानो मे रत किया जा सकेगा जिसको आज जरूरत है। प्रदूषण नियन्त्रण, आहार और कुपोषण की समस्याएँ, आनुवशिकी, कृषि, सूक्ष्म जैविकी आदि अनेक ऐसे क्षेत्र हैं जिनमे सधान की नितात आवश्यकताएँ है क्योकि ये मानव मात्र की मूलभूत समस्याओ से जुडी ह और इनका सुलझाव व समाधान समूची मानवता के लिए हितकारी होगा।

'पगवाश आंदोलन' और विश्व शांति

दुनियाँ ने इसी शती मे और एक छोटी सी ही अवधि मे दो-दो महायुद्ध देखे और उनसे जुडी तबाहियो, भीषण नर-सहारो का अतहीन सिलसिला भी। पर आदमी के अदर छिपे 'पशु' ने इससे कोई सबक नही सीखा। यही वजह है कि आज भी सारी दुनियाँ मे आयुधो के जमा करने की होड लगी है। छोटे मुल्क भी अपनी सुरक्षा के नाम पर दुनियाँ की बडी ताकतो से हथियार खरीदते जा रहे हैं। न जाने, दुनियाँ को कहाँ ले जायेगी यह है वानियत की अधी दौड ?

कुछ नासमझ लोग इस महाविनाश का श्रेय वैज्ञानिको को देते है। यह सच है कि खोजें वैज्ञानिको द्वारा की जाती हैं पर उनके उपयोग अथवा दुरुपयोग की चाभियाँ 'सत्ता' के 'महाप्रभुओ' के हाथो मे होती हैं और उन्ही के इशारो पर आदमी ने आदमी को ही घास-फूस की तरह काटा-कुचला और अपनी ही नस्लो को भून कर रख दिया।

परिस्थितियो के आगे मजबूर होने के बावजूद भी विज्ञानियो ने अपना दायित्व समझा है और सत्ता-पिपासुओ को आयुधो के खतरो से आगाह किया है। खास कर दूसरे महायुद्ध के बाद कई चोटी के वैज्ञानिको ने अपना अधिकाश समय शाति की स्थापना के लिए जन-मानस मे एक रुझान और वातावरण बनाने मे दिया।



विश्व शांति की मूल भावना से प्रेरित 'पगवाश आंदोलन' के जनक
ब्रिटिश गणितज्ञ, दार्शनिक बर्ट्रेंड रसेल

पगवाश आन्दोलन और विश्व शांति

द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान, अमेरिका ने जापान के दो प्रमुख शहरों हिरोशिमा और नागासाकी पर बम गिराया और दोनों शहर तहस-नहस हो गये। नर संहार का ऐसा वीभत्स दृश्य कदाचित ही देखने को मिले। सारी दुनिया सन्न रह गयी। जापानी प्रतिनिधियों ने तो घुटने टेक दिये और युद्ध समाप्ति की घोषणा कर दी गई लेकिन भीषण दुष्परिणाम चिंता के विषय अवश्य बन गये। अब महसूस किया जाता है कि यदि परमाणु ऊर्जा को शांति पूर्ण प्रयोगों में नहीं लगाया गया और परमाणु परीक्षणों पर रोक नहीं लगाई गई तो मानव अस्तित्व खतरे में है।

इसी मूल भावना से प्रेरित इस दिशा में तमाम प्रयत्न किए गये लेकिन वैज्ञानिक, दार्शनिक बर्टेण्ड रसेल द्वारा चलाया गया शांति अभियान काफी महत्वपूर्ण कदम है। यही आगे चलकर 'पगवाश आन्दोलन' नाम से विख्यात हुआ।

प्रोफेसर अल्बर्ट आइन्स्टाइन ने, जिन्हें दुर्भाग्यवश परमाणु बम का जनक समझने की भूल की जाती रही है, परमाणु बम की विभीषिका को देखकर महसूस किया कि दुनिया को परमाणु बमों की चपेट से बचाने के लिए वैज्ञानिकों को प्रमुख भूमिका निभानी चाहिए क्योंकि उसकी वैज्ञानिकता को राजनीतिज्ञ

नही समझ सकते। रसेल तो उन वैज्ञानिको, जो शांति स्थापना मे विश्वास रखते थे, के अगुआ थे ही।

23 दिसम्बर 1954 को ब्रिटिश रेडियो से रसेल ने परमाणु अस्त्रो के विनाशकारी प्रभावो की चर्चा करते हुए, मानवता के हित के लिए, उसके सम्भाव्य खतरो की ओर दुनिया के तमाम सारे लोगो का ध्यान आकर्षित किया।

इसका अच्छा असर हुआ। अच्छा खासा विज्ञान समुदाय तथा अन्य मानवतावादी जनमत रसेल के विचारो से सहमत था। अखबारो म भी उक्त वार्ता की चर्चा की गई।

रसेल-आइन्स्टाइन घोषणा पत्र

अपनी रेडियो वार्त्ता के साथ ही रसेल ने एक घोषणा पत्र तैयार किया जिस पर उन्होने उन वैज्ञानिको से हस्ताक्षर करवाना चाहा जो इस बात के समथक थे। उल्लेखनीय है कि इस घोषणा पत्र पर पहले प्रो० अल्वर्ट आइन्स्टाइन ने हस्ताक्षर किया जिन्हे परमाणु वम का जनक समझा जाता रहा है। खेद है कि हस्ताक्षर करने के ठीक दो दिन बाद आइन्स्टाइन नही रहे। लेकिन बात आगे बढती रही। इनफैल्ड, फ्रेडरिक जूलियो क्यूरी, हरमन मुलर, लीनस पॉलिंग, पावेल आदि वैज्ञानिको ने हस्ताक्षर करके रसेल का दृढ समथन किया।

9 जुलाई 1955 को उक्त घोषणा पत्र लदन मे एक पत्रकार सभा में भी पढा गया जिसका बडे उत्साह से लोगो ने स्वागत किया। उक्त घोषणा पत्र मे युद्ध की विभीषिका के प्रति चेतावनी तो थी ही, साथ ही वैज्ञानिको का एक सम्मेलन बुलाये जाने का भी आह्वान था जिसमे अणुआयुधो के विध्वसक खतरो के बारे मे वैज्ञानिक ढग से विचार प्रस्तुत किये जाय और जन-सामान्य को भी इससे परिचित कराया जाय।

नेहरू प्रस्ताव

रसेल ने फरवरी 1955 मे प० जवाहरलाल नेहरू से भी समथन माँगा, जब वे लदन यात्रा पर थे। नेहरू जी ने भी उत्साह पूर्वक उन्हे सहयोग का वायदा किया। जब वर्ल्ड फेडरेशन ऑफ साइन्टिफिक वर्क्स के अध्यक्ष—प्रो० सैसिल पावेल 1956 मे भारत आये तो इस विषय पर उन्होने हमारे वैज्ञानिको से बात-चीत की। अन्तत पं० नेहरू ने प्रथम सम्मेलन जनवरी 1957 में भारत में ही कराने का निश्चय किया। लेकिन अक्तूबर-नवम्बर मे स्वेज सकट के कारण सम्मेलन आयोजित न हो सका।

प्रथम सम्मेलन पगवाश मे

फिर 10 जुलाई 1957 को कनाडा के नोवा स्कोशिया म समुद्र के

किनारे बसे छोटे से कस्बे-पगवाश मे पहला सम्मेलन हुआ और इस आन्दोलन का नाम भी पड गया 'पगवाश आन्दोलन'।

सम्मेलन की चर्चा अखबारो ने छापी, प्रस्तावो का बहुत सी संस्थाओ ने अनुमोदन किया। इस सम्मेलन मे परमाणु आयुधो के खतरा, उनके नियंत्रण तथा वैज्ञानिको के सामाजिक दायित्व पर विचार-विमर्श किया गया जो एक सशक्त आन्दोलन के रूप मे उभर कर सामने आया। विश्व मे शांति स्थापना की मूल भावना से प्रेरित पगवाश आन्दोलन निश्चय ही मानवता एव विज्ञान के इतिहास मे एक महत्वपूर्ण कदम है।

यह आन्दोलन चलता रहे, अत रसेल की अध्यक्षता मे सम्मेलन की समाप्ति पर 5 वैज्ञानिको की एक 'कटिन्यूइग कमेटी' बनाई गई जिसे भविष्य मे ऐसे सम्मेलन आयोजित करने का दायित्व सौंपा गया। अब तक ससार के सभी प्रमुख स्थानो पर ऐसे कई सम्मेलन बडे स्तर पर आयोजित हुए हैं।

भारत मे भी दो बार पगवाश सम्मेलन आयोजित हुआ है। एक बार 1964 मे उदयपुर मे तथा वर्ष 1976 मे मद्रास मे हुआ। 13-19 जनवरी, 76 तक होने वाले इस सम्मेलन मे 34 देशो के कुल 78 वैज्ञानिको ने भाग लिया। चर्चा का केन्द्रीय विषय था—'विकास स्रोत और विश्व सुरक्षा'। आशा की जाती है कि पगवाश सम्मेलन दुनिया मे उत्पन्न राजनैतिक उथल-पुथल से न प्रभावित होकर विश्व शांति की स्थापना मे अपनी महत्वपूर्ण भूमिका अदा करता रहेगा।

पगवाश आदोलन ने जो पृष्ठभूमि तैयार की, उसके सुपरिणाम भी निकले है। जनता भी जागरुक हुई है और उसने आयुधो की घातक, सहारक शक्ति को समझ लिया है। लोग अब महसूस करने लगे है कि यदि यह सिल-सिला ठप नही हुआ तो आने वाली नस्लें उन्हे कोसेंगी और कभी भी माफ नही करेंगी।

अतीत ने हमे बखूबी समझा दिया है कि जब हमारा वतमान ही सुरक्षित नही है तो भविष्य की क्या खबर ? शायद इसी नाते अणु आयुधो के खिलाफ दुनिया भर मे कई आदोलन उभर कर सामने आए हैं और उन्होने 'नही चाहिए अणु आयुध' के नारे बुलद किए हैं।

आज हर साल हिरोशिमा मे 6 अगस्त को दुनियाँ के शांति चाहने वाले लोग इकट्ठे होकर पिछले महायुद्ध मे हुए दिवगतो की आत्माओ की शांति के लिए प्रार्थना करते हैं और शांति को कायम रखने का सकल्प भी। 'हिरोशिमा

स्मृति दिवस' के अवसर पर वहाँ के महापौर दुनियाँ के नाम अपना शान्ति का सदेश पढते है और शातिवादी राष्ट्रो के अध्यक्ष भी इसी भावना से प्रेरित होकर अपने सदेशो मे दुनियाँ के लोगो से शाति कायम रखने की अपील करते हैं। निस्सदेह अणु आयुधो के 'बॉयकाट' का यह विनम्र अनुरोध एक प्रशसनीय चरण है। लोग जागरुक हुए है और अपना दायित्व समझने लगे है। कभी न कभी तो सत्ता के महाप्रभुओं की नीद टूटेगी ही और शायद तभी दुनियाँ मे अमन-चैन का माहौल बन सकेगा।

अभिशप्त वशधरो की अपील

स० रा० महासभा के दूसरे विशेष अधिवेशन, जो निरस्त्रीकरण से सम्बधित था, के अवसर पर जून, 1982 मे हिरोशिमा और नागासाकी के महापौरो ने दुनियाँ के नाम अपीलें जारी की थी, जो हमारी आँखें खोल देने के लिए काफी है। अपीलें कुछ इस तरह थी

'हिरोशिमा इतिहास का एक निरा गवाह ही नही है। हिरोशिमा मनुष्य जाति के भविष्य के लिए एक चिरतन चेतावनी है।

हिरोशिमा को भूलने का अर्थ होगा—उसी भूल को दोहराना और मानव-इतिहास की इतिश्री।'

—हिरोशिमा महापौर



'चार सौ साल के इतिहास वाली हमारी बस्ती नागासाकी एक सुन्दर और मोहक शहर है। रात मे नागासाकी के बदरगाह के आसपास पहाडियाँ असख्य बत्तियो से जगमगाने लगती है। इसीलिए इसे 'जापान का नेपल्स' कहा जाता है। यहाँ देजिमा जैसे स्थान ऐतिहासिक अन्तरराष्ट्रीय मेल-मिलाप के प्रतीक हैं। तोकुगावा युग (1603-1868) मे एक टापू था, जो एक बडा व्यापारिक केन्द्र बना।

जापान मे ईसाइयत की सबसे गहरी जडें नागासाकी मे है। ओउरा कैथलिक गिरजाघर 1597 मे शहीद हुए 25 सतो की यादगार है और ऐसे अनेक पावन स्थल नागासाकी मे हैं।

9 अगस्त 1945 को हमारे नगर नागासाकी मे अणु बम गिराया गया। उराकामी गिरजाघर के पास, जमीन से 500 मीटर ऊपर उसका विस्फोट हुआ। उससे निकली ताप किरणो से पत्थर पिघल गए, फौलादी-कक्रीट चूरा-चूरा हो गया और सबसे अधिक खतरनाक बात हुई आणविक विकिरण।

बम ने 74,000 लोगो की जान ले ली और 75,000 को जख्मी कर दिया। यह नागासाकी नगर की दो-तिहाई आबादी थी। मनुष्य ही नही, पेड़-पौधे और पशु-पक्षी भी काल के हवाले हो गए।

नागासाकी नगर एक मृत्युनगर बन गया। चारो तरफ निर्जीव शरीर के अम्बार लग गए—मलबे और धुंधुआती आग के बीच।

बमपात के 37 वर्ष बाद भी आज आप इस (हँसते-खिलखिलाते, नवनिर्मित) नगर के मुखौटे के पीछे एक छाया देखेंगे, जो उन्ही घावो की है।

अणुबम अस्पताल और दूसरी चिकित्सा सस्थाओ मे रहने के फलस्वरूप आज भी अनेक जख्मी-रोगी अस्पतालो मे दाखिल हैं। कितने ही लोगो को केलायड है, लाल और रबर जैसे भयानक दर्दनाक मस्से, जो अणुदाह के ठीक होने के बाद उभर आते है। अनेक वृद्धजन अकेले हो गए हैं—उनके परिवारो मे कोई भी जीवित नही बचा। कई लोगो के अनेक अन्दरूनी रोगो का इलाज जारी है और उन्हे वह यंत्रणा झेलते हुए काम करना पड़ता है।

युद्ध को साधारण हत्या के समकक्ष रखना शायद सही नही माना जाएगा। लेकिन मैं कहूँगा कि इन दोनो मे कोई तात्विक अन्तर नही है। ये दोनो ही मानवीय जीवन की गरिमा को भग करते हैं।

हमारे दैनिक जीवन मे फिजूल असाध्य और खतरनाक हथियारो पर अपार धन बहाया जा रहा है, जबकि दुनिया का अर्थतत्र डावाडोल है। करोडो लोग भूख से मर रहे हैं। उन्हे न चिकित्सा नसीब होगी, न शिक्षा।

हम जब अफ्रीकी मरूभूमियो मे दम तोडते बच्चो की तस्वीरो का मिलान अत्याधुनिक चमकदार मिसाइलो से करते हैं, तो बरबस लगता है कि दुनिया बौरा गई है। अकेले एक मिसाइल के खर्चे से कितने सारे बच्चो की जान बचाई जा सकती है, जरा इस पर सोच कर देखें।

बम विनाश मे जीवित बचे हुए लेकिन बम से प्रभावित लोग-हिबाकुशा-हजरत नूह के बजरे मे प्रलय से बचे प्राणियो की तरह हैं। मैं सारी दुनिया के मनुष्यो से अपील करता हूँ 'अब किसी भी मनुष्य पर कोई तीसरा अणुबम न गिरे! नागासाकी वह आखिरी शहर हो, जिसे कोई अणुबम झेलना पडा हो।'

—नागासाकी महापौर

—

परमाणु अनुसंधान और भारत

भारत का प्रथम परमाणु विस्फोट : एक शांतिपूर्ण प्रयोग

जोधपुर और जैसलमेर के बीच पोखरन क्षेत्र। पाकिस्तान की सीमा से कोई 150 किलोमीटर दूर। 18 मई, 1974 की प्रात कालीन बेला। थोडी ही देर मे विश्व के इतिहास मे नया पृष्ठ जुडने जा रहा था। भारत के मूर्धन्य, अणु वैज्ञानिक दिलो की धडकन थामे खडे थे। जैसे ही समय हुआ, शीर्ष वैज्ञानिको ने विस्फोट करने के लिए अपने कनिष्ट साथियो से बटन दबाने को कहा। बटन दबाते ही विस्फोट हुआ और उसके दृश्य को वैज्ञानिको ने साँस रोककर टेलिविजन पर देखा। भारतीय अणुशक्ति आयोग के तत्कालीन अध्यक्ष डॉ० सेठना हर्षोल्लसित होकर फूट पडे 'हमने इसे कर दिया' (We have done it), खुशी मे झूम कर सारे वैज्ञानिको ने एक दूसरे को आलिंगबद्ध कर लिया और बधाई दी और यह रही भारतीय वैज्ञानिको द्वारा 18 मई, 1974 को राजस्थान के पोखरन क्षेत्र मे प्रात 8 बजकर 5 मिनट पर की गयी सफल भूमिगत परमाणु परीक्षण की झाँकी!

भारत के इस प्रथम भूमिगत परमाणु परीक्षण से देश के परमाणु युग के प्रणेता डॉ० होमी जहांगीर भाभा, उनके बाद परमाणु अनुसधानो की बागडोर सँभालने वाले विज्ञानी डॉ० साराभाई और भूतपूर्व प्रधानमत्री प० जवाहर लाल नेहरू के सपने साकार हुए। इस सफल आण्विक विस्फोट के द्वारा भारत ने विश्व के पाँच आण्विक देशो के परमाणु एकाधिकार को समाप्त करके विश्व मे अपना नया कीर्तिमान स्थापित किया है।

आण्विक क्षेत्र मे इस विशिष्ट तथा गौरवपूर्ण उपलब्धि के लिए हमारे भारतीय वैज्ञानिक विशेष कर भारतीय अणु शक्ति आयोग के तत्कालीन अध्यक्ष डॉ० एच० एन० सेठना एव भाभा परमाणु अनुसंधान केन्द्र, ट्राबे के निदेशक डॉ० राजा रामन्ना, जिनके कुशल निर्देशन मे भारत का प्रथम भूमिगत परमाणु परीक्षण सफल रहा, बधाई के पात्र है। इस गोपनीयता की विस्फोट के पहले किसी को खबर तक न हुई, यह उल्लेखनीय तथ्य है। इस सुखद घटना का प्रत्येक भारतवासी ने सहर्ष स्वागत किया। भारतीय विज्ञान की एक और गौरवशाली उपलब्धि।

भूमिगत परीक्षण ही क्यो ?

उल्लेखनीय है कि पानी या वायुमडल मे परमाणु परीक्षण से रेडियो-धर्मिता बहुत दूर तक फैल जाती है। विस्फोट से निकले रेडियो विकिरण लम्बी अवधि तक जीवन के लिए बहुत खतरनाक होते हैं। इसका प्रत्यक्ष प्रमाण सामने है। अमेरिका द्वारा जापान पर डाले गए बम विस्फोटो के द्वारा निकले हुए तीव्र विकिरणो का असर अभी भी नही समाप्त हुआ है।

पीढी एकान्तरण द्वारा यह सब विचित्रताएँ आने वाली पीढियो मे अर्जित होती रहती हैं। इस घटना से आप विस्फोट के घातक परिणामो का अन्दाजा लगा सकते हैं। लेकिन भूमिगत परीक्षणो मे ऐसी बात नही है। इन बातो को देखते हुए परमाणु परीक्षण प्रतिबध पर समझौता हुआ। भारत ने 1963 के आशिक नाभिकीय परीक्षण निषेध सधि पर हस्ताक्षर किया था जिसके अतगत वायुमडल या पानी मे नाभिकीय परीक्षण विस्फोट निषिद्ध है। भारत ने 1968 के नाभिकीय प्रसार निषेध सधि पर हस्ताक्षर नही किया था क्योकि इस सिल-सिले मे भारत ने अन्य देशो के साथ यह आपत्ति उठायी थी कि महाशक्तिया नाभिकीय अनुसधान क्षेत्र मे एकाधिकार जमाए रख कर विकासशील राष्ट्रो को विज्ञान के इस महत्वपूण क्षेत्र से वंचित रखना चाहती हैं।

अत भारत ने अपने वायदे के मुताबिक भूमिगत परमाणु परीक्षण किया क्योकि समझौते मे भूमिगत परीक्षण के लिए मनाही नहीं थी।

इस सम्बन्ध मे डॉ० एच० एन० सेठना ने कहा था कि 'भारत पहला देश है जिसने अपना प्रथम परमाणु विस्फोट भूमिगत किया है। हमने ऐसा इसलिए किया कि हम यह नही चाहते थे कि परिस्थितियो मे बाधा पडे तथा रेडियो विकिरणशीलता मे और वृद्धि हो।'

भारत के इस विस्फोट के लिए तैयारी मे चार वर्ष का समय लगा जब कि अमेरिका, ब्रिटेन, सोवियत-संघ, फ्रास और चीन को इस प्रकार की तैयारी



देश के प्रख्यात परमाणु वैज्ञानिक डॉ० होमी सेठना, जिनके कुशल निर्देशन मे भारत का प्रथम परमाणु परीक्षण सफल हुआ

मे 7 से 10 वर्ष तक का समय लगा। इससे स्पष्ट है कि भारत की तकनीकी विकास दर इन राष्ट्रो से काफी आगे है। एक महत्वपूर्ण बात यह भी है कि भारत के परमाणु विस्फोट से रेडियो विकिरण प्रक्रिया बहुत कम हुई है। यह बात विशेषरूप से उल्लेखनीय है कि उक्त परीक्षण विस्फोट पूर्णतया भारत मे प्राप्त साधनो और स्रोतो के उपयोग से ही किया गया है। भारतीय तकनीकी आत्मनिर्भरता का यह गौरवशाली उदाहरण है।

प्रतिक्रियाएँ

भारत ने अपना प्रथम परमाणु परीक्षण करके पूरे विश्व मे तहलका मचा दिया। इस घटना से कुछ राष्ट्र खिन्न भी हुए।

यद्यपि भारतीय परमाणु शक्ति आयोग एव प्रधान मन्त्री श्रीमती गाधी ने स्पष्ट कर दिया था कि यह परमाणु विस्फोट पूर्णतया शातिपूण कार्यों के लिए किया गया है तथापि कुछ राष्ट्रो मे इससे व्यर्थ की आशका उत्पन्न हो गई। खासतौर से पाकिस्तान बेहद आशकित हो उठा। अमेरिका, कनाडा और जापान ने भी भारत के विस्फोट का विरोध किया। कनाडा ने तो अणु शक्ति सबधी कार्यक्रमो के लिए दी जाने वाली सहायता भी बन्द कर दी।

23 मई 1974 को कनाडा के विदेशमन्त्री मिचेल शार्प ने अपने एक वक्तव्य मे कहा कि—'कनाडा सरकार भारत को परमाण्विक संयत्र और सामग्री का प्रेषण स्थगित करने जा रही है। इसके साथ ही दोनो देशो मे परमाण्विक तकनीकी के बारे मे सूचनाओ का आदान-प्रदान भी समाप्त किया जा रहा है।'

सरकारी पर्यवेक्षको के अनुसार आण्विक परीक्षण के क्षेत्र मे भारत के साथ कनाडा का सहयोग अब कोई खास अहमियत नही रखता और उसके बन्द हो जाने से भारत के आण्विक कार्यक्रमो पर कोई प्रभाव नहीं पडेगा।

परमाणु शक्ति द्वारा ऊर्जा उत्पादन के लिए यूरेनियम एक बुनियादी वस्तु है। भारत मे यूरेनियम दो स्थानो—जादूगडा तथा नरवा पहाड मे उपलब्ध है और इसके भण्डार मे लगभग 11 हजार टन यूरेनियम मौजूद है। इसके अतिरिक्त यूरेनियम सिंहभूमि (बिहार), मध्य प्रदेश, राजस्थान, हिमाचल प्रदेश और उत्तर प्रदेश मे भी पाया जाता है, जिसकी खुदाई का काम प्रारम्भिक चरण मे है।

एक अनुमान के अनुसार भारत मे यूरेनियम के भण्डार पाँच हजार से दस हजार मेगावाट क्षमता वाले बिजली-घरो के लिए पर्याप्त हैं। यूरेनियम के बाद थोरियम भी एक महत्वपूण पदाथ है, जो परमाणु शक्ति के लिए अत्यत आवश्यक है। विश्व भर मे सबसे अधिक थोरियम का उत्पादन भारत मे होता है।

परमाणु विस्फोट का विवरण

विखडनीय पदाथ राजस्थान की मरुभूमि मे 'एल' आकार के 100 मीटर के एक गहरे गड्ढे मे रखा गया था जो चार किलोमीटर दूर स्थित नियत्रण कक्ष से करीब दस भूमिगत तारो से जुडा था। इनमे से कुछ तार विभिन्न यत्रो से जुडे थे जिनके द्वारा परीक्षण के विभिन्न प्रभावो, ध्वनि तरगो, दबाव, भूस्खलन, कपन आदि को मापा गया। विस्फोट-स्थल लगातार दूरदशन कैमरा की परिधि मे रहा और वैज्ञानिक सम्पूण गतिविधि को देखते रहे।

भारतीय परमाणु विस्फोट मे प्लूटोनियम का प्रयोग किया गया। राज-

स्थान में 10 15 किलो टन क्षमता वाला विस्फोट किया गया। नागासाकी पर गिराए गए बम से यह विस्फोट अधिक है। इस विस्फोट के सिलसिले मे सबसे महत्वपूर्ण बात यह है कि इसमे विस्फोट के बदले अत स्फोट प्रक्रिया (implosion) का उपयोग किया गया।

लगभग 20 किलोग्राम प्लूटोनियम-239 को एक-एक किलोग्राम वाली अलग-अलग पेटियो मे रखकर इनको एक बड़े धातु के गोले मे लगाया गया। फिर गोले के अन्दर दूर से विद्युत् कण्ट्रोल या स्विच द्वारा रासायनिक विस्फोट किया गया, जिसमे प्लूटोनियम की पेटियाँ एक सेकेण्ड के हजारवे हिस्से मे गोले के बीच मे आ जाय। ऐसा इसलिए किया गया कि प्लूटोनियम 'क्रिटिकल भार' पर आ जाय और तुरन्त विस्फोट हो जाय। सामान्यतया विखडनीय पदार्थ का विस्फोट तब तक नही होता, जब तक उसकी एक निश्चित मात्रा (क्रिटिकल भार) नही बनती। इसीलिए कई हिस्सो को आपस मे भिड़ाकर विस्फोट कराया जाता है। इस प्रकार से गोले के अन्दर रासायनिक विस्फोट करके प्लूटोनियम को विस्फोट की स्थिति तक पहुँचाने की प्रक्रिया को अत विस्फोट कहते हैं। जब प्लूटोनियम का 'क्रिटिकल भार' एक शृखलाबद्ध प्रक्रिया जारी करता है तो अपार ऊर्जा निकलती है।

विस्फोट के बाद

भारत मे किए गए भूमिगत अणु-परीक्षण से,उस क्षेत्र की भूमि का धरातल परिवर्तित हो गया। परीक्षण स्थल पर एक अत्यत सुन्दर पहाड़ी तैयार हो गई। यह बात एक रेडियो साक्षात्कार मे भाभा एटामिक शोध केन्द्र के निदेशक डा० राजा रामन्ना ने कहा—'विस्फोट होने के बाद भूमि के पत्थरो मे भारी उथल-पुथल हुई। यह सब हमने चार किलोमीटर से देखा है। निरीक्षण विभाग से यह रिपोर्ट पाकर कि उक्त क्षेत्र मे रेडियो तत्व कम हो रहे है, तब हम लोग 100 मीटर की दूरी तक जा सके। उक्त दूरी से हम लोगो ने इस नवनिर्मित मनोहारी पवत श्रेणी का अवलोकन किया।'

विस्फोट के तुरत बाद दो हेलीकाप्टरो द्वारा सम्पूर्ण स्थल का निरीक्षण किया गया। हेलीकाप्टर 30 फुट ऊँचाई पर उड़े। महत्वपूर्ण प्रक्रियाओ के चित्र भी लिये गये। ज्ञातव्य है कि इतने बड़े विस्फोट से बहुत कम रेडियोधर्मिता पैदा हो सकी।

उल्लेखनीय है कि परमाण्विक परीक्षण-स्थल से एकत्र की गयी वस्तुओ के प्राथमिक परीक्षण से ज्ञात हुआ कि वे विकिरणधर्मी नही हुई हैं। ट्राम्बे मे परमाणु वैज्ञानिको ने इन नमूनो का रासायनिक विश्लेषण किया जिससे पता

लगा कि उनमें उतनी ही विकिरणधर्मिता है जितनी सामान्यत अन्यत्र रहती है।

इस आरम्भिक छानबीन से डॉ० सेठना द्वारा उसी दिन दिल्ली मे दिए गए उस वक्तव्य की पुष्टि हुई जिसमे कहा गया था कि विस्फोट से विकिरण का प्रभाव नही पडा। न तो वहाँ की बालू पर इसका प्रभाव पडा और न विस्फोट-स्थल के 30 मीटर ऊपर वायु पर ही।

विस्फोट के लिए उपयोगी पदार्थ

परमाणु ऊर्जा उत्पादन हेतु यूरेनियम—235 और प्लूटोनियम दोनों का उपयोग होता है। भारत मे यूरेनियम तो प्रचुर मात्रा मे पाया जाता है मगर इसे घनीभूत करने की सुविधाएँ सम्भवतया देश मे नही है। इसीलिए भारतीय परमाणु विस्फोट मे यूरेनियम की जगह प्लूटोनियम का उपयोग किया गया। प्लूटोनियम मानव निर्मित धातु है जो अत्यन्त रेडियो सक्रिय और विषाक्त होती है। परमाणु ऊर्जा तैयार करने वाले रिएक्टरो मे यह प्राकृतिक यूरेनियम से बनाया जा सकता है। न्यूट्रॉनो की बौछार से पहले यूरेनियम नेप्चूनियम मे बदलता है और फिर प्लूटोनियम मे, जिसका परमाणु भार 239 होता है। रिएक्टर मे इधन प्रयोग होने के बाद उसके उच्छिष्ट मे प्लूटोनियम मिलता है। ट्राम्बे मे एक प्लूटोनियम सयन्त्र है जिसमे सक्रिय यूरेनियम से प्लूटोनियम बनाया जाता है। अपशिष्ट यूरेनियम इंधन से प्लूटोनियम के नि सारण का कार्य दक्ष वैज्ञानिक विकिरण-सह पोशाक, नकाब और दस्ताने पहन कर चार फुट मोटी ककरीट की दीवार की आड से दूर-नियत्रण उपकरणो द्वारा करते है।

तारापुर मे प्लूटोनियम नि सारण का जो दूसरा सयन्त्र स्थापित किया गया है, वह तारापुर तथा राजस्थान के राणाप्रताप सागर परमाणु बिजलीघरो से प्राप्त यूरेनियम इंधन से, प्लूटोनियम नि सारित कर रहा है। दोनो केन्द्रो के अपशिष्ट इंधन से क्रमश 97 किलोग्राम और 130 किलोग्राम प्लूटोनियम का वार्षिक उत्पादन होता है। मद्रास मे कलपक्कम और उत्तर प्रदेश के नरोरा नामक स्थान पर जो दो और परमाणु बिजलीघर बने हैं, वे भारत के लिए प्लूटोनियम के अच्छे स्रोत होगे।

चूकि प्राकृतिक यूरेनियम—238 मे से यूरेनियम-235 के निस्सारण की प्रक्रिया अत्यत जटिल और खर्चीली भी है इसलिए भारत को दूसरे ही इधनो पर निभर रहना पडेगा। प्लूटोनियम के साथ थोरियम का प्रयोग करने पर भारत को एक और नया इंधन 'यूरेनियम-233' प्राप्त हो जायेगा। भारत के

पास थोरियम का भण्डार है। अत परमाणु ईंधन की चिन्ता नहीं है। केरल के समुद्र-तटवर्ती भाग मे थोरियम का अपरिमित भण्डार है।

10 मई, 1954 को लोकसभा मे बोलते हुए स्व० प० जवाहर लाल नेहरू ने कहा था,-'मैं सदन को इस बात की याद दिलाना चाहता हूँ कि शाति-पूर्ण उद्देश्यो के लिए परमाणु शक्ति का उपयोग भारत जैसे देश के लिए, जहाँ कि ऊर्जा के स्रोत सीमित हैं, ज्यादा महत्वपूर्ण है, बनिस्वत फ्रास जैसे औद्योगिक दृष्टि से विकसित देश के लिए।'

हमने यह घोषणा की है हम इसका उपयोग शातिपूर्ण कार्यों के ही लिए करेंगे। निस्सदेह पण्डित नेहरू के सपनो को सपूरित करने की दिशा मे हमारा यह परीक्षण एक चरण है।

भारत ने विस्फोट करके निस्सन्देह तकनीकी प्रगति की एक और मजिल पार कर ली है। उत्पादन प्रक्रिया, विद्युत उत्पादन और टेक्नोलॉजिल विकास मे इससे जो सहायता मिलेगी, उससे आर्थिक विकास की हमारी क्षमता बढेगी।

भूमिगत परमाणु विस्फोटो द्वारा नहरें खोदना, धातुओ, तेल व गैस आदि को जमीन से निकालना, नदियो का वहाव मोडना, बन्दरगाहो की सफाई करना आदि उपयोग हो सकते हैं।

भारतीय परमाणु कार्यक्रम के इरादा को जाहिर करते हुए डॉ० सेठना ने साफ-साफ कहा था—'हम यह देखना चाहते थे कि धरती के नीचे चट्टानो को तोडने म यह कितना सहायक सिद्ध हो सकता है। नाभिकीय विस्फोटो के शातिपूर्ण उपयोगो के अध्ययन के कार्यक्रम के अन्तर्गत भारत सरकार ने इस क्षेत्र मे हो रहे विकास के साथ-साथ चलने के लिए एक कार्यक्रम प्रारम्भ किया है और हमारा ध्येय है खनिकर्म तथा चट्टानो को तोडने-फोडने मे इस टेक्नो-लॉजी के उपयोग का अध्ययन करना।'

निश्चय ही हमारा यह परीक्षण शातिपूर्ण अध्ययन की दिशा मे एक प्रयास है।

भारत मे परमाणु अनुसंधान

वतमान शती मे ऊर्जा की बेतहाशा माँग बढ़ी है। उसका कारण स्पष्ट है कि हमने बेहिसाब ऊर्जा की खपत की है। स्वर्गीय डॉ० होमी जहाँगीर भाभा ने एक बार ऊर्जा की खपत का एक आकलन करते हुए स्पष्ट कहा था—'यदि हम 3,3000 करोड टन कोयले के जलाने से उत्पन्न ऊर्जा की मात्रा को 'क' मान ले, तब ईसा के जन्म से लेकर सन् 1850 तक ऊर्जा व्यय की दर 'क/2' प्रति शताब्दी थी। इसके बाद यह बढकर 'क' प्रति शताब्दी हो गयी और अब यह '10 क' प्रति शताब्दी।' अर्थात् जितनी ऊर्जा हमने पिछले 2,000 वर्षो मे खच की है, उसका आधा केवल पिछली एक शती मे ही किया है।

अत स्पष्ठ है कि इससे ऊर्जा सकट की स्थिति उत्पन्न हो गई जिससे मुक्ति के लिए विकल्पो की तलाश की जा रही है। कितनी ऊर्जा का उपयोग गत वर्षो मे हमने किया है और कितनी और खच किए जाने की उम्मीद सन् 2000 तक है, इसे आगे दी गई सारणी से देखा जा सकता है।

प्राकृतिक ऊर्जा के भडार अति सीमित हैं, और बेतहाशा बढ़ती जन-सख्या की ऊर्जा आवश्यकताओ की पूर्ति वे मात्र कुछ ही सौ वर्षो के लिए कर पाने मे सक्षम होंगे। अत अन्य स्रोतो पर भी अनुसधान कार्य किए जा रहे है।



भारत म परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम के प्रणेता डॉ० होमी जहाँगीर भाभा
(30 अक्टूबर 1909—24 जनवरी 1966)

सौर-ऊर्जा पर व्यापक अनुसधान चल रहे हैं और उसके उपयोग की अतरिक्ष प्रणाली विकसित कर ली गई है लेकिन सौर-ऊर्जा से विद्युत परिवतन की अतरिक्ष प्रणाली धरती के लिए काफी महगी युक्ति है। अत इसको लोकोपयोगी बनाना एव जन सुलभ कराने के लिए दशको लगेंगे। पवन-ऊर्जा तथा ज्वार-भाटीय ऊर्जा अल्प मात्रा मे ही हैं, फिर भी वे उपयोगी है।

व्यापक स्तर पर परमाणु मे निहित ऊर्जा, जो विखडन अथवा सलयन से प्राप्त की जाती है, से काफी राहत मिल सकती है।

यो भारत ने परमाणु परीक्षण करके विश्व के कुछ देशो का परमाणु एकाधिकार तोड दिया है और आज वह नाभिकीय क्लब का छठा सदस्य भी बन गया है। पर खेद का विषय है कि आज भी हम अपनी ऊर्जा आवश्यक-

ताओ का लगभग 50% लकड़ी और गोबर जैसे गैर व्यावसायिक स्रोतो से प्राप्त करते है। तात्पर्य यह नही है कि हम परमाणु अनुसंधान मे पीछे हैं। लेकिन हम उदारवादी नीति के अवश्य ही कायल ह।

परमाणु ऊर्जा का क्षेत्र हमेशा विवादास्पद रहा है। इसकी तकनीकें भी बडी जटिल हैं। परन्तु यह अलग मुद्दा है, जिसको देश के कर्मठ वैज्ञानिक हल कर रहे है और देश के कई परमाणु बिजलीघर विद्युत का उत्पादन कर रहे है।



डॉ० विक्रम साराभाई (12 अगस्त *1919—29 दिसम्बर 1971*), जिन्होने डॉ० भाभा के बाद भारत मे परमाणु अनुसधान की अलख जगायी।

द्वितीय विश्वयुद्ध के दौरान जब अमेरिका ने जापान पर बम डाला था तब यह निश्चित रूप से मान लिया गया था कि परमाणु की अपार शक्ति विध्वसक कार्यों के लिए उपयुक्त है पर कुछ आशावादी भी थे जो इसके ठीक विपरीत सोचते थे। ऐसे खब्ती विज्ञानियो मे अपने यहाँ के विज्ञानी डॉ० होमी जहाँगीर भाभा भी एक थे जो परमाणुओ मे छिपी शक्ति को बिजली मे परिवर्तित कर घर-घर मे मुहैया करने का सपना सजोये थे।

परमाणु कार्यक्रम की शुरुआत

डॉ० होमी भाभा ने भारत मे परमाणु ऊर्जा कायक्रम को प्रारभ करने के उद्देश्य से 1944 मे टाटा ट्रस्ट के तत्कालीन अध्यक्ष श्री दोराव जी टाटा को पत्र लिखकर 'टाटा आधारभूत अनुसधान सस्थान' (Tata Institute of Fundamental Research) की स्थापना पर बल दिया और यह भी लिखा—

'अब से कुछ वर्षो बाद जब परमाणु ऊर्जा का बिजली पैदा करने मे सफलता पूवक उपयोग होने लगेगा, तब मुझे विश्वास है कि भारत को अपने लिए विशेषज्ञ बाहर से नही बुलाने पड़ेंगे, वरन् वे अपने देश मे तैयार मिलेंगे।'

कहने की आवश्यकता नही कि सर टाटा ने तत्काल इस सस्थान की स्थापना के लिए धन देना स्वीकार कर लिया और पेडर रोड, बम्बई के एक छोटे से फ्लैट मे स्थापित यह सस्थान, जो वस्तुत कॉस्मिक किरणो तथा सैद्धा-

भारत मे परमाणु ऊर्जा सस्थान

तिक भौतिकी से सम्बन्धित डॉ० भाभा के लिए अनुसधान हेतु खोला गया था, आगे चलकर (स्वतत्रतोपरात) भारत मे परमाणु विकास कायक्रमो का आधार स्तम्भ बना।

परमाणु अनुसधान केन्द्र

स्वतत्रता के बाद जब 1948 मे 'परमाणु ऊर्जा आयोग' का गठन किया गया तो डॉ० भाभा को उसका अध्यक्ष बनाया गया। वस्तुत आयोग की स्थापना इस दिशा मे प्रारभिक किन्तु महत्त्वपूर्ण चरण था। आयोग की स्थापना के साथ ही 1954 मे *'परमाणु ऊर्जा सस्थान'*, ट्राम्बे की स्थापना की गई जिसका उद्देश्य था—परमाणु ऊर्जा के क्षेत्र मे अनुसधान कार्यक्रमो के लिए अध्ययन एव परीक्षण की सुविधाओ का सगठन एव विकास। बाद मे (जनवरी, 1967 मे) डॉ० भाभा की स्मृति मे इसका नाम 'भाभा परमाणु अनुसधान केन्द्र' (Bhabha Atomic Research Centre BARC) रख दिया गया।

सन् 1966 मे जब डॉ० होमी जहाँगीर भाभा का एक हवाई दुर्घटना मे आकस्मिक निधन हो गया तो सहज ही प्रश्न उठा—'भाभा के बाद अब कौन ?

उत्तर शीघ्र ही मिल गया। चार माह के बाद ही जिस निशानी को परमा ऊर्जा आयोग का अध्यक्ष बनने का गौरव मिला, वह थे—अहमदाबाद की भौति शोधशाला के तत्कालीन निदेशक डॉ० विक्रम साराभाई।

डॉ० साराभाई ने निस्सदेह उस रिक्तता को भरने की हर सभव चेष्ट की, जो डॉ० भाभा के निधन से उत्पन्न हो गई थी। डॉ० साराभाई ने परमा अनुसधान कार्यक्रम को निश्चय ही गति दी। इसी समय आपने अणु शक्ति तथ अंतरिक्ष अनुसधान के लिए एक दशक (1970-80) की योजना तैयार की। इस भारत मे परमाणु अनुसधान को एक सुदृढ आधार मिला और परमाणु अनु सधान का काफिला बढ़ चला मजिल की ओर।

यही केन्द्र भारत मे परमाणु विकास का राष्ट्रीय केन्द्र है, जहाँ से सा कार्य सचालित होते है। यहाँ परमाणु भट्टियो के अभिकल्पन (Design), निर्मा एव नियत्रण (Control) विषयक शोध कार्य होते है तथा परमाणु ईंधनो के निर्माण एव पुनर्साधन तथा रेडियो आइसोटोपो का निर्माण भी यहाँ होता है। इस केन्द्र मे अब तक पाँच परमाणु रिएक्टर—'अप्सरा', 'जरलीना', 'साइरस', तथा 'पूर्णिमा—1', व 'पूर्णिमा—2', स्थापित किए जा चुके हैं।

सहयोगी सस्थाएँ

भाभा परमाणु अनुसधान केन्द्र मे तो मुख्यत परमाणु ऊर्जा विषयक अनुसधान एव विकास कार्यक्रम सचालित किए ही जाते हैं, किन्तु कुछ अन्य सस्थाओ का भी भरपूर सहयोग हमे इस दिशा मे मिलता है। ये सस्थायें हैं—

1 टी० आई० एफ० आर० (टाटा इस्टिट्यूट ऑफ फन्डामेन्टल रिसच)

2 टाटा मेमोरियल सेन्टर (टाटा स्मारक केन्द्र)

3 साहा इस्टिट्यूट (साहा सस्थान)

इनके अतिरिक्त तीव्र प्रजनक परीक्षण रिएक्टर 'एफ० बी० टी० आर' (Fast Breeder Testing Reactor) तथा परवर्ती ऊर्जा साइक्लोट्रॉन (वी० ई० सी०) परियोजना भी क्रियान्वित की जा चुकी है। कुछ और सस्थाये स्थापित की गई हैं जो इस कार्य मे अपनी महत्त्वपूर्ण भूमिका निभा रही हैं। प्रमुख है— इन्डो-बर्मा पेट्रोलियम, न्यूक्लीय ईंधन सम्मिश्र तथा इलेक्ट्रॉनिक कॉरपोरेशन ऑफ इन्डिया आदि। सारे भारत मे परमाणु ऊर्जा के बारे मे कई छोटी बडी परियोजनाएँ चल रही है।

उपलब्धियो का आकलन

भारत मे परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम को मुख्यत तीन प्रमुख चरणो मे बाटा जा सकता है

(1) प्रथम चरण (1948-1956) मे अप्सरा रिएक्टर की स्थापना।

(2) द्वितीय चरण (1956-66)। डॉ० भाभा के स्वर्गवास काल तक के द्वितीय चरण मे विभिन्न तकनीकी सुविधाओ का विकास शामिल है।

(3) तृतीय चरण (1966-अब तक) मे परमाणु बिजली घरो का निर्माण तथा द्वितीय चरणो मे बनी योजनाओ को मूर्त रूप देना भी सम्मिलित है।

परमाणु ऊर्जा कायक्रमो मे बिजली का उत्पादन प्रमुख है। इसका श्रीगणेश हुआ तारापुर मे परमाणु बिजली घर (1969) की स्थापना से। इस स्टेशन की क्षमता है 420 मेगावाट। कोटा के पास राणा प्रताप सागर पर निर्मित स्टेशन की विद्युत उत्पादन क्षमता 440 मेगावाट है। कलपक्कम में निर्मित बिजलीघर की क्षमता 470 मेगावाट आकी गयी है। उत्तर प्रदेश में बुलन्दशहर के पास नरोरा मे जो परमाणु बिजलीघर बनाया जा रहा है, उसकी भी उत्पादन क्षमता 470 मेगावाट होगी, ऐसा अनुमान है। इसकी विशेषता है कि यह मदक एव शीतलक के रूप मे भारी पानी का उपयोग करेगा।

ईंधन

परमाणु भट्टियो मे यूरेनियम महत्व का है। इसके समस्थानिक (आइसोटोप) ईंधन रूप मे प्रयुक्त नही होते। प्रकृति में यूरेनियम के समस्थानिको की प्रतिशत मात्रा इस प्रकार है

यूरेनियम-238—99 3%
यरेनियम-235—0 7%
यूरेनियम-233—0 008%

प्रयोग यह दर्शाते हैं कि यूरेनियम-238 के परमाणुओ के नाभिक को विखडित करने के लिए अधिक ऊर्जावान न्यूट्रॉनो की आवश्यकता होती है पर यूरेनियम-235 के नाभिको का विखडन कम ऊर्जा वाले न्यूट्रॉन भी कर सकते हैं और साथ ही इस विखडन से अधिक ऊर्जा भी उत्सर्जित होती है। इतना ही नही, यूरेनियम-238 व यूरेनियम-235 के अतिरिक्त प्लूटोनियम-239 और यूरेनियम-233 से भी विखडन द्वारा अत्यधिक मात्रा मे ऊर्जा प्राप्त की जा सकती है और एक महत्वपूर्ण तथ्य यह है कि प्लूटोनियम-239 को यूरेनियम-238 से तथा यूरेनियम-233 को थोरियम-232 से प्राप्त किया जा सकता है।

अत स्पष्ट है कि नाभिकीय ऊर्जा के उत्पादन के लिए यूरेनियम-235, प्लूटोनियम-239 और यूरेनियम-233 विखडन शील नाभिक है। ईंधन रूप मे ये परमाणु भट्टियो से प्रयुक्त होते हैं। यूरेनियम-238 और थोरियम-232 को भी विखडन पदार्थों मे (अर्थात् प्लूटोनियम मे) परिवर्तित किया जा सकता है।

आज कल परमाणु भट्टियो मे प्राय प्राकृतिक या उन्नयति यूरेनियम (Enriched), जिसमे यूरेनियम-235 की प्रतिशत मात्रा अधिक होती है, को ही ईंधन रूप मे प्रयुक्त किया जाता है। इनमे न्यूट्रॉनो की ऊर्जा उनकी ऊष्मीय ऊर्जा के लगभग बराबर होती है। पर अधिक ऊर्जा प्राप्त करने के लिए न्यूट्रॉनो को लगभग 100 किलो इलेक्ट्रान वोल्ट पर प्रयुक्त करना होगा। ऐसे न्यूट्रॉनो म श्रृखला प्रक्रिया (Chain Reaction) प्रारम्भ करने वाले रिएक्टर 'तीव्र रिएक्टर' कहलाते है जिसमे आवश्यक परिवर्तन करके 'तीव्र प्रजनक रिएक्टर' बनाये जा सकते हैं।

अपने पास यूरेनियम की सपदा नही के बराबर है, अत परमाणु विकास कायक्रमो मे ईंधनो की कमी भी एक बाधा है। अत भारतीय परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम का हमेशा लक्ष्य रहा है कि देश मे उपलब्ध थोरियम का उपयोग अधिक से अधिक किया जाय। पर सीधे थोरियम का उपयोग नही किया जा सकता है। विकिरणो की बौछार से थोरियम को तोडकर पहले यूरेनियम-233 प्राप्त करते हैं जिसे इंधन के रूप मे इस्तेमाल किया जा सकता है। पर यह प्रक्रिया बहुत धीमी है। इसको तेज करने मे फास्ट ब्रीडर रिएक्टर सहयोगी एव उपयोगी सिद्ध हो सकते हैं।

इन रिएक्टरो मे तीव्र न्यूट्रॉन स्पेक्ट्रम के प्रयोग से जलने वाले इधन से भी अधिक ईंधन तैयार होता है। रिएक्टर के केन्द्र के चारो आर थोरियम की परतो का उपयोग कर भारी मात्रा मे यूरेनियम-233 उत्पन्न किया जा सकता है। कलपक्कम मे एक प्रायोगिक फास्ट ब्रीडर रिएक्टर तैयार किया गया है। इसकी सफलता से बिजली उत्पादन के अतिरिक्त ईंधन की किफायत भी होगी।

अनुसधान रिएक्टर की स्थापना

अनुसधान रिएक्टरो के अभिकल्पन से लेकर उनके निर्माण एव सचालन के सभी चरणो के निष्पादन की दिशा म भारत ने पूण आत्मनिभरता हासिल कर ली है।

अप्सरा

भारत का 1 मेगावाट क्षमता का तरण ताल (Swimming Pool) किस्म का रिएक्टर 'अप्सरा' 1956 मे निर्मित हुआ था। यह पूर्णत स्वदेशी रिएक्टर है। इधन के रूप मे इसमे यूरेनियम का प्रयोग किया जाता है।

साइरस

40 मेगावाट क्षमता वाला भारत का दूसरा रिएक्टर 'साइरस'

(Canada India Reactor Utility Service) 1960 मे स्थापित हुआ था। इसके नाम से ही जाहिर है कि यह कनाडा के सहयोग से निर्मित किया गया था।

यह दुनियाँ मे अपनी तरह के सबसे बडे रिएक्टरो मे से एक है। इसने पूर्ण क्षमता अक्टूबर 1963 मे अर्जित की थी।

इसमे ईंधन के रूप मे प्राकृतिक यूरेनियम तथा मदक के रूप मे भारी पानी और शीतलक के रूप मे हल्के पानी का इस्तेमाल किया जाता है। महत्वपूर्ण आइसोटोपो के उत्पादन के अतिरिक्त परीक्षण तथा प्रशिक्षण सम्बन्धी सुविधाएँ भी इस रिएक्टर ने हमे प्रदान किया है।

जरलीना

अत्यत अल्प ऊर्जा (100 वाट क्षमता) वाले रिएक्टर 'जरलीना' की स्थापना 1961 मे हुई थी। यह पूणत स्वदेशी रिएक्टर है। इससे विभिन्न प्रकार के परमाण्विक ईंधनो के गुणो एव ज्यामितयो के अध्ययन तथा रिएक्टर क्रोडो (Cores) के परीक्षण मे मदद मिलती है।

पूर्णिमा

अप्सरा और जरलीना की ही भाति इसका अभिकल्पन और निर्माण भारतीय वैज्ञानिको ने 1972 मे किया। फास्ट रिएक्टरो के क्षेत्र मे परीक्षण हेतु शून्य ऊर्जा वाले 'पूर्णिमा' रिएक्टर की स्थापना की गई थी।

सारणी। विश्व जनसख्या और प्राथमिक ऊर्जा का उपयोग

वर्ष	1950	1960	1970	1980	1990	2000
जन सख्या (अरबो मे)	2 50	3 00	3 60	4 35	5 20	6 10
प्राथमिक ऊर्जा*						
ठोस ईंधन	1 57	2 20	2 42	2 90	3 75	5 00
तरल ईंधन	0 64	1 32	2 85	5 00	8 00	10 00
प्राकृतिक गैस	0 27	0 63	1 43	2 40	3 00	4 00
जल विद्युत	0 12	0 25	0 47	0 70	1 10	2 00
नाभिकीय ऊर्जा	—	—	0 03	0 80	3 15	8 00
योग	2 00	4 43	7 20	11 80	19 00	29 00

*एक लाख टन कोयले के समतुल्य।

स्रोत एसोसियेटेड चैम्बर्स ऑफ कामर्स एव इण्डस्ट्री ऑफ इण्डिया, 1974।

इसमे थोडे सुधार-परिवर्तन के बाद इस श्रेणी के अगले रिएक्टर (पूर्णिमा-II) का निर्माण किया गया, जो 10 मई 1984 को 'क्रिटिकल' हुआ। ईंधन के रूप मे यूरेनियम-233 प्रयुक्त करने वाला यह संसार का पहला रिएक्टर है।

इससे प्राप्त अनुभवो से यूरेनियम-233 से चले ईंधन पर आधारित उस न्यूट्रान सोर्स रिएक्टर के डिजाइन मे मदद मिली है, जिसकी स्थापना रिएक्टर अनुसधान केन्द्र कलपक्कम मे की जा रही है।

हमारा नया रिएक्टर 'ध्रुव'

7-8 अगस्त, 1985 की रात 2 बजकर 42 मिनट पर भारत का नया उच्च अभिवाह (Flux) रिएक्टर 'ध्रुव' क्रिटिकल हो गया। परमाणु अनुसधान मे भारत की एक और नई उपलब्धि। भाभा परमाणु अनुसधान केंद्र के 300 से अधिक वैज्ञानिको तथा इजीनियरो के प्रयास से निर्मित यह पूर्ण स्वदेशी ताप नाभिकीय रिएक्टर है। इसके निर्माण पर कुल खर्च 75 करोड रुपये आया है। पूर्व स्थापित रिएक्टरो—अप्सरा, साइरस, जरलीना, पूर्णिमा–1 और पूर्णिमा–2 के क्रम मे यह छठा रिएक्टर है।

चिकित्सा, कृषि और उद्योग मे समस्थानिको की प्रमुख भूमिका है। 'अप्सरा' मे फास्फोरस, सोना, सल्फर, क्रोमियम तथा 'साइरस' मे भी इसी तरह के लगभग 100 समस्थानिको का निर्माण होता है। 'ध्रुव' की स्थापना से समस्थानिको के उत्पादन मे और वृद्धि होने जा रही है। 'ध्रुव' मे आयोडीन-131, क्रोमियम–51, मालिब्डेनम–99 के उत्पादन के अतिरिक्त आयोडीन–125 का भी उत्पादन होगा, जो अभी तक हमे विदेश से मगाना पडता था।

अपनी पूर्ण क्षमता के साथ चालू होने पर यह प्रतिवर्ष 30 किग्रा प्लूटोनियम का भी उत्पादन करेगा जो द्वितीय पीढी के रिएक्टरो (Fast Breeder Reactor) के लिए ईंधन का काम करेगा। इस तरह हमे परमाणु अनुसधान मे आत्मनिर्भर होने मे मदद मिलेगी।

फास्ट ब्रीडर तकनीक भी हासिल

और लीजिए, अब हमने फास्ट ब्रीडर रिएक्टर तकनीक मे भी आत्मनिर्भरता हासिल कर ली। परमाणु अनुसधान का काफिला इस तरह निरतर बढता ही जा रहा है। 18 अक्टूबर, 1985 को प्लूटोनियम से चलने वाला दूसरे पीढी का रिएक्टर, जिसे फास्ट ब्रीडर रिएक्टर (तीव्र प्रजनक परमाणु भट्टी) कहा जाता है, कलपक्कम (मद्रास) मे सक्रिय हो गया। इसके निर्माण में कुल 68 करोड रुपये की लागत आयी है। देश मे डिजाइन्ड एव निर्मित फास्ट

ब्रीडर रिएक्टर की स्थापना से भारत ने निश्चय ही परमाणु संधान की दिशा मे विकास की एक और मंजिल पार कर ली है। उम्मीद की जाती है कि सन् 2000 तक देश के कुल ऊर्जा उत्पादन का कम से कम 10 प्रतिशत परमाणु स्रोत से पूरा किया जा सकेगा।

इन रिएक्टरो मे यूरेनियम जैसे प्राथमिक ईंधनो की आवश्यकता नही पडती, अपितु यूरेनियम से चलने वाले ताप रिएक्टरो में प्रयुक्त ईंधन से उत्पन्न प्लूटोनियम की आवश्यकता होती है। फास्ट ब्रीडर रिएक्टर की एक और विशेषता है। यह जितना ईंधन जलाता है, उससे अधिक तैयार करता है। इस ईंधन मे अत्यधिक विखंडित होने वाले तत्व होते हैं, जो हिंदुस्तान के मामले मे प्लूटोनियम है। इससे न्यूट्रॉन की गति धीमी किए बिना ही शृखला अभिक्रिया जारी रखी जा सकती है। तेज न्यूट्रॉन, जो क्रोड क्षेत्र से निकलते हैं, रिएक्टर के चारो ओर एक कम्बल के रूप मे लगाए गए उवर सामग्री द्वारा समेट लिए जाते हैं। यह उवर सामग्री न्यूट्रॉन का अवशोषण करने के बाद विखडन सामग्री मे बदल जाती है। इसका इस्तेमाल एक और फास्ट ब्रीडर रिएक्टर को शक्ति देने के लिए किया जा सकता है और इस तरह तीसरी पीढी के रिएक्टरो के लिए एक ऐसी अनवरत शृखला बनायी जा सकती है, जो अपनी आवश्यकता से अधिक ईंधन तैयार करेगी।



डॉ० राजा रामण्णा, जिनके कुशल निर्देशन म भारत के परमाणु विकास कार्यक्रम सम्पन्न हो रहे हैं।

थोरियम और यूरेनियम—238 उत्तम उवर सामग्री है। यूरेनियम—238, प्लूटोनियम—239 मे और थोरियम, यूरेनियम-233 मे बदल जाता है। ये दोनो अत्यत ही विखडनीय पदार्थ हैं। इस तरह ईंधन को फिर से परिष्कृत करने की प्रणाली, जिसे परमाणु ऊर्जा विभाग ने हासिल कर लिया है, से उपलब्ध इंधन का प्रभावी जीवन कई गुना बढाया जा सकता है।

'ध्रुव' द्वारा निर्मित प्लूटोनियम द्वितीय पीढी के तेज गति वाले ब्रीडर रिएक्टर (जो कलपक्कम मे चालू हो चुका है) के लिए अत्यत उपयोगी है। नि सकोच कहा जा सकता है कि परमाणु अनुसधान मे भारत ने पूर्ण आत्मनिर्भरता हासिल कर ली है, जिसके चरण चिह्न है—पोखरन का परमाणु विस्फोट, 'ध्रुव' और नव-निर्मित फास्ट ब्रीडर रिएक्टर।

परमाणु बिजली उत्पादन

वस्तुत भारत मे परमाणु बिजली का उत्पादन शुरू हुआ 1969 में जब तारापुर परमाणु बिजली घर चालू हुआ था। इस बिजली घर मे ईंधन के रूप मे समृद्ध यूरेनियम का इस्तेमाल किया जाता है। तारापुर परमाणु बिजली घर मे 210 मेगावाट क्षमता वाले 'बॉयलिंग वाटर' किस्म के दो रिएक्टर हैं।

रावत भाटा, राजस्थान मे दाबित भारी पानी किस्म के दो प्रोटोटाइप रिएक्टर स्थापित हैं। क्रमश दिसम्बर 1972 और अप्रैल 1981 में 'क्रांतिकता' प्राप्त दोनो रिएक्टरो मे से प्रत्येक की क्षमता 220 मेगावाट है।

मद्रास मे कलपक्कम के पास स्थित देश का पहला 235 मेगावाट क्षमता वाला रिएक्टर (पूर्णत देश मे ही डिजाइन, निर्मित और विकसित) जुलाई 1983 से चालू है। इस बिजली घर का दूसरा रिएक्टर भी 8 अगस्त 1985 को 'क्रिटिकल' हो गया। अब देश की कुल परमाणु बिजली की उत्पादन क्षमता 1230 मेगावाट है। उल्लेखनीय है कि उत्तर प्रदेश के नरोरा और ककरापार (गुजरात) मे दो और परमाणु बिजली परियोजनाएँ प्रगति की ओर अग्रसर हैं, जिनसे शीघ्र ही उत्पादन की आशा की जा रही है।

उक्त दोना रिएक्टर दाबित भारी पानी किस्म के रिएक्टर होंगे और इनमे से प्रत्येक की क्षमता 235 मेगावाट होगी। इसी तरह रावत भाटा तथा कैगा (कर्नाटक) मे भी दो और रिएक्टरो की स्थापना की योजनाएँ परमाणु ऊर्जा विभाग ने बना रखी हैं।

वस्तुत देश मे उपलब्ध यूरेनियम तथा थोरियम के विपुल भडारो को देखते हुए, इनके समुचित उपयोग की बातें दृष्टिगत करके ही देश के प्रमुख परमाणु विज्ञानियो ने परमाणु विद्युत उत्पादन को एक तीन चरणीय कार्यक्रम की रूपरेखा तैयार की थी।

1 पहले चरण मे ऐसे रिएक्टरो की स्थापना करनी थी, जिसमे ईंधन के रूप मे प्राकृतिक यूरेनियम का उपयोग किया जाना था। ऐसे रिएक्टरो मे विद्युत उत्पादन के साथ-साथ उत्पाद के रूप मे प्लूटोनियम भी मिलता है।

2 दूसरे चरण मे ऐसे रिएक्टरो के स्थापित करने की योजना थी जिनमे प्लूटोनियम को ईंधन के रूप मे प्रयुक्त किया जा सके। निस्सदेह यह परिकल्पना फास्ट ब्रीडर रिएक्टर की ही थी। ऐसे रिएक्टरो मे विद्युत उत्पादन के साथ ही साथ यूरेनियम—238 से प्लूटोनियम का और अधिक मात्रा मे उत्पादन होगा तथा यूरेनियम—233 भी उत्पन्न होगा।

3 भारतीय परमाणु ऊर्जा कार्यक्रम के तीसरे चरण मे ऐसे रिएक्टरो

की स्थापना करने की योजना बनायी गई थी जो थोरियम चक्र पर आधारित होगे और इन रिएक्टरो मे जितना यूरेनियम—233 जलेगा, उससे कही अधिक मात्रा म उत्पन्न होगा।

अपनी योजनाओ का जो हिस्सा हमने पूरा कर लिया है, उसकी चर्चा पीछे की चुकी है।

प्रमुख परियोजनाएँ

देश मे उपलब्ध कच्चे यूरेनियम के उत्पादन एव निष्पादन के लिए 1967 मे 'यूरेनियम कार्पोरेशन ऑफ इण्डिया' की स्थापना की जा चुकी है।

हैदराबाद मे परमाणु इंधन सम्मिश्र तैयार किया गया है। इसमे बिजली तथा अनुसधान रिएक्टरो के लिए जटिल इधन यथा जिरकोनियम, टाइटेनियम आदि औद्योगिक महत्व के पदार्थ भी तैयार होते हैं। नाभिकीय इधन सम्मिश्र की स्थापना 1971 मे हुई थी। इस सम्मिश्र मे कई महत्वपूण सयत्र कायरत है जो 'यलो केक' को सिरेमिक ग्रेड के प्राकृतिक यूरेनियम आक्साइड म, यूरेनियम हेक्साक्लोराइड को समृद्ध यूरेनियम आक्साइड मे, जिरकान रेत को जिरकोनियम मे परिवर्तित एव ससाधित करने का कार्य करते है।

इस सम्मिश्र मे आवश्यक ईंधन तत्वो के निर्माण करने के अतिरिक्त जोड रहित स्टेनलेस स्टील ट्यूबो और बाल बेयरिंग स्टील ट्यूबो का भी उत्पादन होता है।

वस्तुत 'यलो केक' को रिएक्टर ग्रेड के यूरेनियम मे बदलने और उसके बाद देश के विद्युत रिएक्टरो व अनुसधान रिएक्टरो के लिए इधन 'एलिमेट' तैयार करने का सारा काम अपने देश मे ही किया जा रहा है। वास्तव मे ईंधन तैयार करने वाले ऐसे प्लाट की स्थापना आज से बीसेक साल पूव ही कर ली गई है। उल्लेखनीय है कि ट्राम्बे स्थित उक्त ईंधन उत्पादन सयत्र पूणत स्वदेशी टेक्नोलाजी पर आधारित है। इस सयत्र मे इधन तत्वो के उत्पादन के अतिरिक्त नई ईंधन सामग्रियो के बारे मे भी अनुसधान और विकास काय निष्पादित किए जाते हैं।

दाबित भारी पानी किस्म के रिएक्टरो मे मदक (Moderator) और शीतक (Coolant) के रूप मे भारी पानी (Heavy Water) प्रयुक्त होता है। भारी पानी के निर्माण की दिशा मे भारत ने पर्याप्त सफलता अर्जित की है।

विद्युत-अपघटन और हाइड्रोजन के आसवन की प्रक्रिया पर आधारित भारत का प्रथम भारी पानी सयत्र 1962 मे स्थापित किया गया था। तब से यह कार्यरत है।

इस सयत्र के बाद वडोदरा, तलचर और तूती कोरन में अमोनिया हाइड्रोजन प्रक्रिया पर आधारित भारी पानी सयत्रो की स्थापना की गई।

भारतीय विशेषज्ञो की देख रेख मे डिजाइन्ड और निर्मित एक भारी पानी सयत्र कोटा मे स्थापित किया गया है। यह हाइड्रोजन सल्फाइड और जल विनिमय की स्वेदेशी टेक्नोलोजी पर आधारित सयत्र है।

उल्लेखनीय है कि भारी पानी का ग्रेड उच्च करने की पद्धति का विकास भारतीय विशेषज्ञो ने कर लिया है और ऐसे दो सयत्र कोटा और कलपक्कम मे स्थापित किए जा चुके है जो सफलता पूवक काय कर रहे हैं।

वतमान मे भारी पानी के उत्पादन की कुल वार्षिक क्षमता 314 मिट्रिक टन है। थाल वैशट और मानुगुरू मे भी दो भारी पानी सयत्रो की स्थापना प्रस्तावित है। इन सयंत्रो की वार्षिक उत्पादन क्षमता क्रमश 110 टन और 185 टन होगी।

भाभा परमाणु अनुसधान केंद्र द्वारा कलकत्ते मे 'परिवर्ती ऊर्जा साइक्लोट्रॉन प्रोजेक्ट' (Variable Energy Cyclotron Project VEC) एक राष्ट्रीय अनुसधान सुविधा है। यह फास्ट ब्रीडर कार्यक्रम के लिए विकिरण अध्ययन की एक महत्वपूण इकाई है। यह साइक्लोट्रॉन 6-60 मेगावोल्ट से 25-130 मेगावोल्ट के अल्फा कणो के पुजो का उत्पादन करता है।

भाभा परमाणु अनुसधान केंद्र भारत हैवी इलैक्ट्रिकल्स लिमिटेड के सहयोग से तिरूचिरापल्ली मे 5 मेगावाट क्षमता के एक मैग्नेटो हाइड्रो डायनामिक प्लाट की स्थापना कर रहा है। यह परियोजना अपने अतिम चरण मे है।

दैनिक जीवन के कुछ उपयोगी क्षेत्र

कृषि अनुसधान, उद्योग धधो और आयुर्विज्ञान के क्षेत्रो मे उपयोग के लिए विभिन्न प्रकार के रेडियो आइसोटोपो का उत्पादन और सभरण भाभा परमाणु अनुसधान केंद्र द्वारा उच्च पैमाने पर किया जाता है।

कृषि और जीवविज्ञान मे देश के केंद्रो मे नई सफलताएँ मिली है। कई वर्षों के निरतर अनुसधान के परिणाम स्वरूप पटसन की लम्बी रेशे वाली किस्म 'महादेव', शीघ्र तैयार हो जाने वाली मूगफली, धान के लम्बे और बारीक चावल देने वाले सवर्ध, तथा अरहर और मूग की नई और उन्नत किस्मे विकसित की गई हैं।

गामा विकिरणो की मदद से खाद्य परिरक्षण मे भी मदद मिली है। वाणिज्यिक स्तर पर प्याज को अधिक समय तक भडारित करके ताजा बनाए रखने के लिए गामा किरणो से किरणित करने की तकनीक देश मे उपलब्ध है।

रेडियो आइसोटोपो के निर्माण मे केंद्र को अभूतपूर्व सफलता मिली है। केंद्र द्वारा तैयार किए गए विकिरण औषध उत्पाद देश ही नही, विदेशो मे भी उपयोग मे लाये जा रहे है।

एक दशक पूव स्थापित आइसोमेड सयत्र औषध उद्योग और चिकित्सालयो के लिए किरणन सेवाएँ उपलब्ध करता है।

एक विकिरण भेषज प्रयोगशाला वाशी मे कायरत है जिसका उद्देश्य रोग क्षमता का आमापन विकिरण की सहायता से करने वाले उत्पाद तैयार करना तथा भेषजो की गुणता नियत्रण करना है।

रेडियो औषधो के निर्माण के लिए बँगलौर मे एक क्षेत्रीय प्रयोगशाला स्थापित की जा चुकी है। इस केंद्र द्वारा स्थानीय चिकित्सालयो की रेडियो इम्यूनोऐसे सेवाएँ व टेक्नेशियम-99 एम द्वारा लेबल्ड रेडियो औषधें उपलब्ध करायी जायेगी। नई दिल्ली और डिब्रूगढ मे भी ऐसे केंद्रो की स्थापना की जा रही है।

भाभा परमाणु केंद्र का विकिरण चिकित्सा अनुभाग रेडियो आइसोटोपो की मदद से अन्वेषण काय भी निप्पादित करता है। केंद्र द्वारा परिचालित अन्वेषण कार्यो मे विभिन्न शारीरिक अगो के सिंटी चित्र लेना व टी० बी० एटीजनो के अभिलक्षणो के निर्धारण सम्बधी परीक्षण भी शामिल है। केंद्र ने मलेरिया और फाइलेरिया के एटीजनो को ज्ञात करने के लिए रेडियो इम्यूनोऐसे (विकिरण प्रक्रिया आमापन) विधियो का भी विकास किया है।

माइक्रोप्रोसेसर पर आधारित स्कैनिंग ओजे माइक्रो प्रोब, कृषि क्षेत्रो मे उपयोग के लिए नया द्रव्यमान स्पैक्ट्रममापी, सुपर कडक्टर विगलर चुम्बक, परिवतनशील इलेक्ट्रान बीम वेल्डिंग, शक्तिशाली एक्सिलेटरो का विकास, एम० एच० डी०, उच्च शक्ति लेसरो, प्लाज्मा व सलयन प्रणालियो का विकास आदि हाल मे प्राप्त की गई केन्द्र की प्रमुख सफलताएँ है जो देश के परमाणु कार्यक्रम को नई दिशाएँ और गति दे रही है।

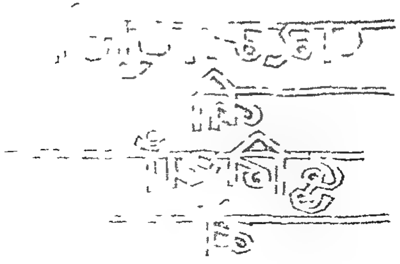
भारतीय परमाणु कार्यक्रम शातिपूर्ण उद्देश्य

भारतीय परमाणु कार्यक्रमो का एक निश्चित उद्देश्य है जो विकास की दिशा मे शातिपूण प्रयोगो का हिमायती है, हमे परमाणु हथियारो का जखीरा नही जमा करना, जैसा कि सितम्बर 1983 मे दिल्ली मे आयोजित विश्व ऊर्जा सम्मेलन मे बोलते हुए तत्कालीन प्रधानमत्री श्रीमती गाधी अपनी नीति को स्पष्ट करते हुए कहा था

'आज से तीसेक साल पहले, विज्ञान के क्षेत्र के सक्रिय और अग्रणी व्यक्तित्व डॉ० होमी भाभा ने इस ओर ध्यान दिलाया था कि हम ऊर्जा सम्बंधी अपनी बढ़ती हुई आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए पन बिजली और ताप बिजली पैदा करने के साधनो के विस्तार पर ही निर्भर नही रह सकते। उन्होंने हमारे परमाणु ऊर्जा सम्बधी कार्यक्रम के मामले मे पहल की। इस प्रयास का विरोध बहुत से देशों ने किया और हमारे इस काम को अविवेकपूर्ण और अव्यावहारिक बताया। वह विरोध आज भी जारी है और हमारे रास्ते म हर कदम पर अड़चनें पैदा की जाती है। लेकिन भारत ने परमाणु बिजली घरो के डिजाइन तैयार करने और उन्हे बनाने की क्षमता अर्जित कर ली है।'

'नाभिकीय विज्ञान केवल उन देशों तक सीमित नही रह सकता जो इसके मामले मे प्रगति कर चुके है। जो देश इस क्षेत्र मे पिछडे हुए है, उन्हे तो इसकी आवश्यकता और भी ज्यादा है। भारत विज्ञान को आर्थिक पिछडेपन से मुक्ति पाने के एक साधन के रूप में देखता है। हम अपने आप को किसी भी ऐसी चीज से वंचित नही रखेंगे जो हमारे इस लक्ष्य की पूर्ति मे सहायक हो। मुझे विश्वास है कि आप सभी यह जानते हैं कि हमारा नाभिकीय ऊर्जा सम्बधी कार्यक्रम हमारी विकास सम्बधी आवश्यकताओ पर आधारित है न कि सामरिक-उद्देश्यो पर। यह कार्यक्रम कृषि तथा आयुर्विज्ञान और हमारी ऊर्जा सम्बधी आवश्यकताओ की पूर्ति के उपायो के प्रति समर्पित है। हम परमाणु हथियारो के विरुद्ध है और हमारे पास कोई भी परमाणु हथियार नही है।'

परमाणुओं की दुनिया में



मूल कणो की खोज मे

पदाथ के परमाणुवीय सगठन की परिकल्पना का श्रेय 19वी शती के वैज्ञानिक जॉन डाल्टन को है, जिनके अनुसार तत्व का अत्यत सूक्ष्म तथा अविभाज्य कण परमाणु (Atom) कहलाता है। हर तत्व के परमाणु एक दूसरे से सर्वथा भिन्न होते हैं। यह धारणा लगभग 100 वर्षो तक रसायन शास्त्र का आधार थी। आज यह निर्विवाद रूप से स्वीकारा जाता है कि परमाणु और भी कणो से निर्मित ह जिनमे इलेक्ट्रान, प्रोटॉन, न्यूट्रॉन प्रमुख ह।

हालाकि परमाणु के स्वरूप की यह धारणा इसी शती मे पनपी है लेकिन मोटे तौर पर पदाथ के रचना की जो व्याख्या अभी तक प्रचलित थी, उसका स्पष्ट विवेचन भारतीय मनीषी एव दाशनिक महर्षि कणाद के वैशेषिक दशन मे है। कणाद ने परमाणु की परिकल्पना निम्न प्रकार से की है

, 'परमाणु परमसूक्ष्म अवयव स्वय निरवयवो अतीन्द्रयो-नित्य ।' अर्थात् परमाणु पदाथ का सूक्ष्मतम, अविभाज्य, आरम्भिक, अनश्वर एव शाश्वत अवयव है।

पदार्थ की रचना अत्यन्त सूक्ष्मतम कणो या परमाणुओ से होती है। परमाणु मिलकर अणु बनाते है और अणुओ से मिलकर पदार्थ की रचना होती है। इसकी भी व्याख्या महर्षि कणाद के वैशेषिक दशन मे मिलती है।



जे० जे० थामसन

महर्षि कणाद लिखते हैं—'प्रत्येक वस्तु परमाणुओ से बनी है। परमाणु वे वास्तविक तत्व है, जो किसी वस्तु को तब तक विभाजित और उपविभाजित करने से प्राप्त होते है जब तक कि उसका और अधिक विभाजन असभव हो जाय। भिन्न प्रकार के परमाणु के अलग-अलग लक्षण होते है किन्तु एक एक करके किसी ज्ञानेन्द्रिय द्वारा उसका बोध नही हो सकता और मुक्त अवस्था मे उनका अस्तित्व भी नही होता। वे शाश्वत और अविनाशी है।'

ये विशेषताएँ कणाद के परमाणु को आधुनिक 'एटम' के समनार्थी की कोटि मे लाती है।

अणुओ का भी स्पष्ट सकेत कणाद मे है। कणाद के अनुसार एक परमाणु अन्तर्निहित आवेग के अधीन किसी अन्य परमाणु से सयोग करके द्विवको (अणु) का निर्माण करते है। जोडो मे सयोजित होकर एक ही प्रकार के पदार्थ के परमाणुओ के ऐसे अणु उत्पन्न होते है जिनके गुण सादृश तथा परमाणुओ के मूल गुणों के अनुरूप ही प्रतीत होते हैं। दो परमाणुओ के मिलने से द्वयणुक बनता है और तीन द्वयणुक मिलकर एक त्रसरेणु बनता है और इस प्रकार विविध प्राथमिक पदार्थो का सृजन होता है।

महर्षि कणाद का यह सिद्धान्त जॉन डाल्टन के आधुनिक परमाणुवाद से मिलता-जुलता है। उनके अनुसार परमाणु पदार्थ का अत्यन्त सूक्ष्म कण है जो अविभाज्य है। लेकिन वैज्ञानिक अर्नेस्ट रदरफर्ड के प्रयोगो ने यह सिद्ध कर

दिया कि परमाणु और भी सूक्ष्मकणो से मिलकर बना है। आज यह सर्वविदित है कि परमाणु प्राटॉन, न्यूट्रॉन, इलेक्ट्रॉन, पोजीट्रॉन, मेसान आदि अत्यन्त छोटे कणो से बना है।

परमाणुओ की रचना

परमाणु (Atom) की रचना सौरमण्डल की भाति है। जैसे सूय के चारो ओर अन्य ग्रह कक्षाओ मे घूमते ह वैमे ही परमाणु के नाभिक (Nucleus) के चारो ओर कक्षाओ मे इलेक्ट्रॉन (Electrons) चक्कर काटते है। परमाणु के नाभिक मे प्रोटॉन (Proton) और न्यूट्रॉन (Neutron) होते ह। प्रोटॉन इकाई द्रव्यमान (Unit mass) एव इकाई धन आवेश वाला कण है। न्यूट्रॉन इकाई द्रव्यमान वाले शून्य आवेशित कण है। इलेक्ट्रॉन इकाई ऋण आवेश वाले कण हैं। इनका द्रव्यमान नगण्य (लगभग हाइड्रोजन परमाणु के नाभिक के भार का 1/1837 वा भाग) होता है। पूण रूप से परमाणु उदासीन (Neutral) होता है। अत केन्द्रक मे स्थित धन आवेशो का मान कक्षाओ के ऋणआवेशो के बराबर होता है।



लार्ड अर्नेस्ट रदरफर्ड



नील्स बोर

प्रकृति मे पाये जानेवाले प्रत्येक तत्व की रचना उपर्युक्त कणो से होती है। किसी तत्व के नाभिक मे प्रोटॉन और न्यूट्रॉन की कुल सख्या ही उस तत्व का परमाणु भार कहलाती है तथा परमाणु के नाभिक मे उपस्थित प्रोटॉनो की सख्या या कक्षाओ (Orbits) मे उपस्थित इलेक्ट्रॉनो की सख्या उस तत्व का परमाणु क्रमाक (Atomic Number) कहलाता है।

कुछ ऐसे तत्व भी प्रकृति मे पाये जाते हैं जिनके कई रूप होते हैं। जिन तत्वो की परमाणु सख्या समान हो, पर परमाणु भार (Atomic Weight) भिन्न हो, वे समस्थानिक परमाणु कहलाते हैं। ऐसे तत्वो के विभिन्न रूपो की परमाणु सख्या समान होती है अर्थात् प्रोटानो या इलेक्ट्रानो की सख्या समान होता है, लेकिन परमाणु भार भिन्न होता है। यह न्यूट्रानो की सख्या मे भिन्नता के कारण होता है। उदाहरणार्थ, हाइड्रोजन, यूरेनियम के समस्थानिक।

हाइड्रोजन के तीन समस्थानिक हैं जिन्हे क्रमश साधारण हाइड्रोजन, ड्यूटेरियम तथा ट्राइटियम कहते हैं। इन तीनो समस्थानिको की परमाणु सख्या समान (1) है, लेकिन परमाणु भार क्रमश 1, 2, 3 हैं अर्थात् साधारण हाइड्रोजन के नाभिक मे कोई न्यूट्रॉन नही होता है तथा ड्यूटेरियम एव ट्राइटियम मे क्रमश 1 एव 2 न्यूट्रॉन होते हैं।

इसी प्रकार यूरेनियम के मुख्य दो समस्थानिक हैं, जिन्हे क्रमश यूरेनियम-235 एवं यूरेनियम-238 कहते हैं। इन दोनो समस्थानिको का परमाणु क्रमाक 92 है, लेकिन परमाणु भार क्रमश 235 एव 238 हैं। दोनो समस्थानिको (Isotopes) मे प्रोटॉनो की सख्या बराबर अर्थात् 92 है, लेकिन न्यूट्रॉनो की सख्या क्रमश 143 और 146 है।

मूल कणो (Fundamental Particles) की खोज

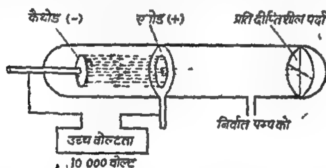
परमाणुओ के बारे मे इस जानकारी के बाद आइए आपको इतिहास के पन्नो मे ले चलें और देखें कि कब और किन परिस्थितियो मे परमाणुओ का यह आधुनिक और सर्वमान्य प्रतिरूप निर्धारित हुआ? हम यह जान चुके है कि एक लम्बे अरसे तक परमाणु को अविभाज्य माना जाता रहा। यद्यपि डॉल्टन के परमाणुवाद की सहायता से रासायनिक सयोग के नियमो तथा अन्य कई नियमो को समझाया जा सकता था फिर भी कई प्रश्न अनुत्तरित थे यथा विभिन्न तत्वो की सयोजकताएँ (Valencies) तथा परमाणु भार (Atomic Weight) भिन्न क्यो होते हैं?

इस समस्या का समाधान अचानक ही हो गया। अविरल गैसो मे विद्युत विसर्जन (Electric discharge) के अध्ययन से परमाणु सरचना का समाधान हो गया। अत्यधिक कम दाब पर गैसो मे विद्युत विसर्जन तथा रेडियोधर्मिता (Radio activity) आदि की सहायता से हमने परमाणुओ की दुनिया मे प्रवेश किया और इस तरह जे० जे० थामसन, लार्ड अर्नेस्ट रदरफर्ड, क्रुक्स, एच० ए० विल्सन, मेरी क्यूरी, और राजन आदि के प्रयोगो ने परमाणुओ की दुनिया के नए पट खोल दिए और यह सिद्ध कर दिया कि परमाणु अविभाज्य, न्यूनतम

कण नही हैं, अपितु परमाणुओ की जटिल सरचना होती है। ये अत्यत सूक्ष्म, मूल कणो से मिलकर बने होते हैं। मूलकणो मे इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, न्यूट्रॉन प्रमुख हैं। हर तत्व के परमाणु इन्ही मूल कणो से मिलकर बने होते है और सारे तत्व, इन मूल कणो की सख्या मे भिन्नता के कारण, गुणधर्मों मे एक दूसरे तत्व से भिन्न होते है।

इलेक्ट्रॉन की खोज

वस्तुत परमाणुओं की दुनियाँ मे प्रवेश की पहली कडी इलेक्ट्रॉन की खोज थी। प्राय साधारण दाब पर गैसें विद्युत कुचालक होती है परन्तु गेस्लर (Geissler, 1853) ने अत्यधिक कम दाब पर भी उनमे विद्युत प्रवाहित करके दिखा दिया। फिर विलियम क्रुक्स (William Crookes) ने देखा कि यदि विसर्जन नलिका (Discharge tube) मे गैस भरकर हजारो वोल्ट की उच्च विभव की विद्युत प्रवाहित की जाय तो ऋण इलेक्ट्रोड यानी कैथोड (Cathode) से एक किरण पुज (Beam) निकल कर धन इलेक्ट्रोड यानी एनोड (Anode) की ओर जाती है। इन किरणो के नली की काच से टकराने के फलस्वरूप चमक उत्पन्न होती है। इन्हे कैथोड किरणें (Cathode-ray) कहा गया।



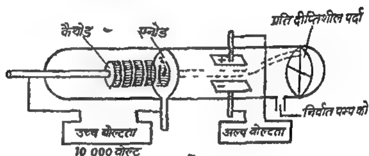
विसजन नलिका मे कैथोड किरणो का उत्पन्न होना

प्रयोगो के दौरान पाया गया कि यदि विसजन नलिका मे दो और इलेक्ट्रोड लगा कर विद्युत प्रवाहित की जाय तो कैथोड किरणें धनात्मक इलेक्ट्रोड की ओर सहज ही मुड जाती है। इस प्रेक्षण से यह स्पष्ट हुआ कि ये किरणें ऋण आवेश युक्त होती हैं।

अग्रेज वैज्ञानिक जे० जे० थामसन (J J Thomson) ने यह प्रयोग कई बार किया। उन्होने कई विसजन नलिकाओ मे भिन्न-भिन्न धातुओ के इलेक्ट्रोड लगाए और भिन्न-भिन्न गैसो को भरकर विद्युत प्रवाहित की। हर बार उन्हे ऋणात्मक आवेश युक्त सूक्ष्म कण प्राप्त हुए। उनमे द्रव्यमान तथा आवेश की

भिन्नता नही पाई गई। उन्होने निष्कर्ष रूप मे कहा कि यह ऋण आवेश युक्त कण प्रत्येक परमाणु के अनिवार्य घटक (Essential Constituent) हैं। थामसन ने इन कणो का नाम रखा—कौरपुलस। बाद मे स्टोनी ने इनको इलेक्ट्रॉन नाम दिया।

आगे चलकर (1897) थामसन ने यह भी निर्धारित किया कि इलेक्ट्रान (e) पर ऋणात्मक आवेश $1\ 602 \times 10^{-19}$ कूलाम होता है और उसका द्रव्यमान ($9\ 107 \times 10^{-28}$ ग्राम) हाइड्रोजन परमाणु के द्रव्यमान ($1\ 672 \times 10^{-24}$ ग्राम) के लगभग 1/1837 होता है।

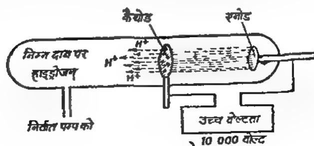


विद्युत क्षेत्र मे कथोड किरणें धन इलेक्ट्रोड की ओर मुड जाती हैं

प्रोटॉन की खोज

चूकि परमाणु विद्युत उदासीन होते है। अत जब इलेक्ट्रानो की उपस्थिति की पुष्टि हो गई तो सहज ही यह आभास होने लगा कि परमाणुओ मे समान सख्या मे धन आवेश भी होना चाहिए।

एक प्रयोग के दौरान गोल्डस्टीन (Goldstein, 1886) ने देखा कि गैस विसजन नलिका मे यदि छिद्र युक्त कैथोड प्रयुक्त किया जाय तो कैथोड के पीछे



धन किरणो का उत्पन्न होना

एक दीप्ति उत्पन्न होती है। उन्होंने कई प्रेक्षण किए और पाया कि एक प्रकार की किरणें कैथोड के छेदो से निकलकर कैथोड के पीछे चली जाती है और इसी नाते कैथोड के पीछे दीप्ति उत्पन्न होती है। गोल्ड स्टीन ने इन किरणो को कैनाल किरणें (Canal rays) या एनोड किरणें (Anode rays) कहा।

आगे चलकर डब्ल्यू० वाइन (W Wien, 1897) ने सिद्ध कर दिखाया कि ये कैनाल किरणें धन आवेश युक्त होती हैं। धन आवेश युक्त होने के कारण थामसन ने इन्हे धन किरणें (Positive rays) नाम दिया।

इन गुणधर्मों का अध्ययन करने के दौरान यह पता चला कि ये भी कैथोड किरणो की भांति चुम्बकीय क्षेत्र मे अपने मार्ग से मुड जाती है और विद्युत क्षेत्र से गुजरने पर (कैथोड किरणो के ठीक विपरीत) ऋण इलेक्ट्रोड की ओर मुड जाती है। इन प्रेक्षणो से ज्ञात हुआ कि वस्तुत धन किरणे धनात्मक विद्युत आवेश युक्त सूक्ष्म कणो से मिलकर बनी होती है। हाइड्रोजन परमाणुओ से प्राप्त इन मूल कणो को प्रोटॉन नाम दिया गया। यह नामकरण 1920 मे रदर फर्ड ने किया था।

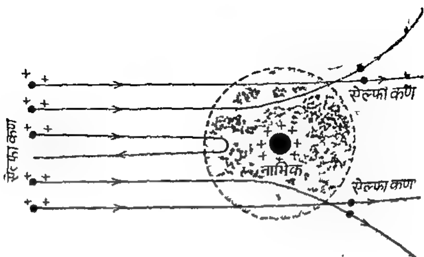
आगे चलकर यह निर्धारित हुआ कि प्रोटॉन (p) पर विद्युत आवेश परिमाण मे इलेक्ट्रॉन के बराबर ($1\ 602 \times 10^{-19}$ कूलाम) ही होता है, (पर विपरीत) और इसका द्रव्यमान हाइड्रोजन परमाणु के द्रव्यमान ($1\ 672 \times 10^{-24}$ ग्राम) के समान होता है। प्रोटानो को भी परमाणु सरचना की मूल इकाई (Fundamental Unit) माना गया।

परमाणुओ के प्रतिमान (Atomic Model)

जब परमाणुओ मे इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन की खोजें हो गईं तो सर जे० जे० थामसन ने सबसे पहली बार परमाणुओं का विस्तृत मॉडल प्रस्तुत किया। उन्होंने परमाणुओ की परिकल्पना एक ऐसे गोले के रूप मे की थी जिसमे बराबर सख्या मे इलेक्ट्रॉन और प्रोटॉन इधर-उधर बिखरे हुए थे।

लार्ड अर्नेस्ट रदरफर्ड (Lord Arnest Rutherford, 1911) ने एक सोने की पतली पन्नी पर तीव्र ग्रामी धनात्मक विद्युत आवेश युक्त ऐल्फा कणो (लेड धातु के बक्से मे रखे किसी रेडियो धर्मी तत्व से प्राप्त) की बौछार की तो उन्होंने कई नूतन परिणाम प्राप्त किए। प्रयोग के दौरान उन्होंने देखा कि सोने की पन्नी से टकराने के बाद बहुत से ऐल्फा कण तो सीधी रेखा मे उसको पार कर जाते हैं, कुछ अपने मार्ग से विचलित हो जाते हैं और कुछ तो पन्नी से टकराकर उसी दिशा मे लौट आते हैं।

5

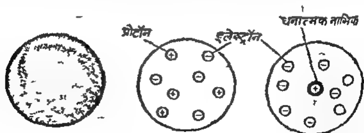


परमाणु के न्यूक्लीय प्रतिरूप द्वारा ऐल्फा कणो का प्रकीर्णन

रदरफर्ड ने इस प्रयोग से निष्कर्ष निकाला कि ऐल्फा कण (धनात्मक विद्युत आवेश युक्त कण) तभी वापस लौट सकते है जब कि समान आवेश वाले किसी पिण्ड से टकरायें। इस प्रयोग के आधार पर रदर फड ने परमाणु सरचना का न्यूक्लीय प्रतिमान (Nuclear Model of Atom) प्रस्तुत किया।

रदर फर्ड ने निष्कर्ष निकाला कि परमाणु के आयतन का अधिकाश भाग खाली रहता है—और इसी नाते अधिकाश ऐल्फा कण सीधे बाहर निकल जाते है।

परमाणु के भीतर एक अति सूक्ष्म और धनात्मक विद्युत आवेश होता है, जिससे टकरा कर कुछ ऐल्फा कण उसी दिशा मे वापस लौट आते हैं और कुछ अपने मार्ग से विचलित हो जाते है। इस धन आवेश युक्त पिण्ड को रदर फर्ड ने नाभिक या केन्द्रक (Nucleus) नाम दिया।



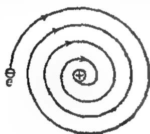
डाल्टन का परमाणु मॉडल | थामसन का परमाणु मॉडल | रदरफर्ड के परमाणु का न्यूक्लीय मॉडल

रदरफर्ड ने परमाणु सरचना का मॉडल प्रस्तुत करते हुए कहा कि परमाणु मे एक अति सूक्ष्म, धन विद्युत आवेश युक्त नाभिक होता है। नाभिक का धनात्मक आवेश उसके सभी प्रोटॉनों के कारण होता है जो नाभिक के चारो ओर चक्कर लगा रहे ऋणात्मक विद्युत आवेश युक्त कणो यानी इलेक्ट्रॉनो के कारण सतुलित रहता है और इस प्रकार परमाणु उदासीन होता है।

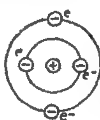
रदरफर्ड के मॉडल मे सुधार

अब भी परमाणु सरचना के उक्त मॉडल मे कुछ खामियाँ मौजूद थी। मैक्सवेल के वैद्युत गतिकी के मूलभूत सिद्धात के अनुसार गतिशील विद्युत आवेशित कण से निरतर ऊर्जा विकरित (विद्युत चुम्बकीय तरगो के रूप मे) होती है।

रदरफर्ड ने जो मॉडल प्रस्तुत किया था, उस पर विचार किया जाय तो हम देखते है कि नाभिक के चारो ओर चक्कर काटते हुए इलेक्ट्रॉन कण विद्युत चुम्बकीय तरगो के रूप मे ऊर्जा विकिरित करते रहेगे और ऊर्जा मे कमी आते रहने के कारण इलेक्ट्रॉन की गति भी कम होती जायेगी और एक स्थिति तो ऐसी भी आ सकती है कि क्रमश उसकी त्रिज्या छोटी होती जायेगी और अतत वह नाभिक मे गिर पडेगा। निस्सदेह उक्त परमाणु मॉडल ठीक प्रतीत नही होता क्यो कि परमाणु एक स्थायी निकाय है।



रदरफोर्ड के मॉडल मे दोष



नील्स बोर का परमाणु मॉडल



कक्षा का आधुनिक रूप

इसका समाधान प्रस्तुत किया वैज्ञानिक नील्स बोर (Neils Bohr, 1913) ने और उन्होंने बताया कि इलेक्ट्रॉन नाभिक के चारो ओर बद कक्षाओ (Closed Orbits) मे चक्कर काटते हैं। किसी विशिष्ट कक्षा मे घूमते समय इलेक्ट्रानो का ऊर्जा क्षय नही होता और वे नाभिक मे गिर नही पडते। अलबत्ता जब कोई इलेक्ट्रॉन एक कक्षा से दूसरी कक्षा मे स्थानातरित होता है तब उसकी ऊर्जा मे ह्रास अथवा वृद्धि होती है। केंद्र से बाहर की ओर आरंभ करके क्रमश इन्हें 1, 2, 3, 4 सख्याओ अथवा K, L, M, N अक्षरो से प्रदर्शित करते है।

कोर और कुछ

छोड़कर अन्य

जिन्हें क्रमश: s, p, d,

fundamental) से प्रदर्शित करते

10 तथा f में

परमाणु संरचना का

नाभिक

को कि इलेक्ट्रॉन

आधुनिक मान्यता

रेखा

से गति

घूमते हैं कि कक्षों में

हैं। वे वृत्ताकार कक्षाओं में

तथा इससे दूर हुए

प्रदान,

और

केवल उस क्षेत्र को प्रकट करता है, जहाँ इलेक्ट्रॉन के पाए जाने की प्रायिकता सर्वाधिक होती है। जहाँ पर इलेक्ट्रॉन उपस्थिति की संभावना सबसे अधिक होती है, वहाँ पर ऋणात्मक विद्युत आवेश का बादल घना होता है।

आधुनिक विचारधारा के अनुसार अतिरिक्त नाभिकीय इलेक्ट्रॉनों को नाभिक के चारों ओर गोलीय कोशो (Orbits) या कक्षाओ मे व्यवस्थित माना जाता है। नाभिक के सबसे निकट से बाहर की ओर बढ़ते हुए इन्हे क्रमश 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 अंको अथवा K, L, M, N, O, P, Q अक्षरो से प्रदर्शित किया जाता है। प्रत्येक कोश की अपनी निश्चित ऊर्जा होती है। इसी नाते इनको 'ऊर्जा स्तर' (Energy Levels) भी कहते हैं। K से लेकर Q तक की विभिन्न कक्षाओ मे इलेक्ट्रॉनो की अधिकतम वितरण सख्या क्रमश 2, 8, 18, 32, 18, 8 तक हो सकती है।

न्यूट्रॉन की खोज

बोथे और बेकर (Bothe and Becker, 1930) ने अपने एक प्रयोग के दौरान अनुभव किया कि जब तीव्र वेग वाले ऐल्फा कणो की बौछार बेरिलियम पर की जाती है तो एक नए प्रकार के विकिरण प्राप्त होते है। अग्रेज वैज्ञानिक सर जेम्स चैडविक (James Chadwick, 1932) ने भी ऐसे प्रयोग किए और इन विकिरणो की प्रकृति का अध्ययन किया।

जेम्स चैडविक ने ज्ञात किया कि ये नए विकिरण वास्तव मे एक नए प्रकार के कण है। इन कणो का द्रव्यमान प्रोटॉन के द्रव्यमान के लगभग बराबर ($1\ 675 \times 10^{-24}$ग्राम) होता है और ये विद्युत उदासीन कण हैं। चैडविक ने इन कणो को न्यूट्रॉन (n) नाम दिया।

लीथियम, बोरान आदि हल्के तत्वो पर भी ऐल्फा कणो की बमबारी से न्यूट्रॉन प्राप्त होते है। प्राय सभी तत्वो (हल्की हाइड्रोजन ,H^1 को छोड़कर) के परमाणुओ मे न्यूट्रॉन होते है। इस तरह यह स्थापना की गई कि न्यूट्रॉन भी द्रव्य के मूल कण हैं।

नाभिकीय सघटन (Nuclear Composition)

न्यूट्रॉन की खोज के पश्चात हाइजनबर्ग (Heisenberg) ने विचार प्रस्तुत किया कि परमाणु का नाभिक प्रोटॉन और न्यूट्रॉन से मिलकर बना होता है। चूंकि न्यूट्रॉन विद्युत उदासीन होते है, और प्रत्येक प्रोटॉन पर इकाई धनात्मक विद्युत आवेश होता है अत नाभिक का धनात्मक विद्युत आवेश उसमे उपस्थित प्रोटानो की सख्या के बराबर होता है। नाभिक के अदर विद्यमान प्रोटानो की सख्या को परमाणु क्रमाक (Atomic number) कहते है।

चूँकि परमाणु विद्युत उदासीन होता है अत परमाणु के नाभिक म उपस्थित प्रोटानो की सख्या, कक्षाओ मे उपस्थित इलेक्ट्रानो की सख्या के बराबर होती है, प्रकारान्तर से किसी तत्व के परमाणु की कक्षाओ में विद्यमान इलेक्ट्रॉनो की सख्या को भी परमाणु क्रमाक कह सकते हैं।

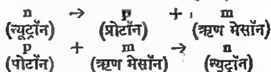
प्रोटॉन और न्यूट्रॉन का द्रव्यमान लगभग 1 होता है पर इलेक्ट्रॉन का द्रव्यमान नगण्य होता है। चूकि प्रोटॉन और न्यट्रॉन दोनो नाभिक के अग है, अत परमाणु का सपूर्ण द्रव्यमान नाभिक मे ही सन्निहित होता है। इसी कारण परमाणु नाभिक काफी भारी होता है।

नाभिक मे उपस्थित समस्त परमाणु कणो को न्यूक्लिआन (Nucleon) कहते हैं। वस्तुत मुख्य न्यूक्लियॉन प्रोटॉन तथा न्यूट्रॉन हैं। भिन्न-भिन्न परमाणुओ के नाभिक का द्रव्यमान तथा उन पर उपस्थित धन आवेशो की सख्या भिन्न भिन्न होती है। परमाणु नाभिक का आकार अत्यत लघु होता है। नाभिक की त्रिज्या लगभग 10^{-12} सेमी और परमाणु की त्रिज्या लगभग 10^{-8} सेमी होती है। चूंकि परमाणु का लगभग समस्त द्रव्यमान बहुत ही कम आयतन के नाभिक मे केंद्रित रहता है, अत परमाणु की अपेक्षा नाभिक काफी सघन और दृढ होता है। नाभिक का आयतन परमाणु के आयतन का लगभग 10^{-12} होता है और नाभिक का घनत्व परमाणु के घनत्व से लगभग 10^{12} गुना अधिक होता है।

नाभिक का स्थायित्व (Stability of Nucleus)

नाभिक का आकार बहुत छोटा होता है और इसमे न्यूट्रॉन तथा प्रोटॉन पाए जाते है। हमे यह ज्ञात है कि प्रोटॉन धनावेशित होते है तथा न्यूट्रॉन आवेश रहित होते हैं। स्वाभाविक है कि इनमे प्रतिकपण होता रहता है। प्रतिकर्षण (Repulsion) होते हुए भी ये कण क्यो कर आपस मे बँधे रहते हैं?

वैज्ञानिक युकावा (1935) ने एक विचार प्रस्तुत किया कि न्यूक्लियानो (प्रोटॉन, न्यूट्रॉन) का एक युग्म मेसान कणो (जो धन या ऋण आवेश युक्त होते हैं) द्वारा अपने आवेश परिवर्तित करता रहता है। यथा



n	→	p	+	m
(न्यूट्रॉन)		(प्रोटॉन)		(ऋण मेसॉन)
p	+	m	→	n
(पोटॉन)		(ऋण मेसॉन)		(न्यूट्रॉन)

मेसानो के अनवरत विनिमय से एक आकषण बल उत्पन्न होता है जो नाभिक को स्थायित्व (Stability) प्रदान करता है।

प्रमुख मूल कणों के संक्षिप्त विवरण

खोजी	मूलकण	विद्युत आवेश	निरपेक्ष द्रव्यमान (Absolute mass)	सापेक्ष द्रव्यमान (Relative mass)
जे० जे० थामसन (1897)	इलेक्ट्रॉन (e)	इकाई ऋण आवेश (−1)	$9\ 107 \times 10^{-28}$ ग्राम	0 00054
धाइन (1897) और रदरफर्ड (1919)	प्रोटॉन (p)	इकाई धन आवेश (+1)	$1\ 672 \times 10^{-24}$ ग्राम	1 0078
जेम्स चैडविक (1932)	न्यूट्रॉन (n)	वैद्युत उदासीन (0)	$1\ 675 \times 10^{-24}$ ग्राम	1 0084

परमाणु सख्या (Atomic Number)

वैज्ञानिक मोसले (Mosely, 1913) ने बताया कि भिन्न-भिन्न परमाणुओ के नाभिक पर भिन्न-भिन्न धनात्मक विद्युत आवेश होता है। यथा-हाइड्रोजन के नाभिक पर 1, आक्सीजन के नाभिक पर 8 तथा सोडियम के नाभिक पर 11 धन आवेश। किसी परमाणु के नाभिक पर कुल धनात्मक विद्युत आवेश की सख्या, उपस्थित प्रोटानो की सख्या के बराबर होती है।

अत नाभिक मे उपस्थित प्रोटानो की सख्या को उस तत्व की परमाणु सख्या या परमाणु क्रमाक कहते हैं।

हमे ज्ञात है कि परमाणु विद्युत उदासीन होता है, अत प्रोटानो की सख्या इलेक्ट्रानो के बराबर होती है। अत हम यह भी कह सकते है कि इलेक्ट्रॉनो की सख्या भी परमाणु सख्या के बराबर होती है।

परमाणु भार (Atomic Weight)

किसी तत्व के परमाणु के नाभिक के अंदर विद्यमान प्रोटॉनो और न्यूट्रॉनो की सख्या के योग को उस तत्व का परमाणु भार (Atomic Weight) अथवा द्रव्यमान क्रमाक (Mass Number) कहते हैं।

समस्थानिक (Isotopes)

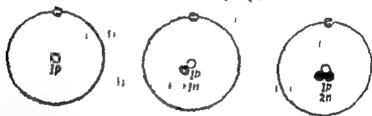
समस्थानिको के बारे मे हमे जानकारी देने का श्रेय थामसन, विलियम ऑस्टन और फ्रैड्रिक सॉडी को है। वैज्ञानिक साडी (Soddy) ने डाल्टन के कथन (एक तत्व के सभी परमाणु सब तरह से समान होते हैं) को सदेहास्पद बताया।

वास्तव मे कुछ तत्वो के कई ऐसे रूप भी प्राप्त हुए हैं जिनके परमाणु क्रमाक तो समान होते हैं पर परमाणु भार भिन्न-भिन्न होते हैं। ऐसे तत्वो के परमाणुओ मे प्रोट्रानो की सख्या तो समान होती है पर न्यूट्रानो की सख्या भिन्न होती है। तत्वो के ऐसे रूप समस्थानिक कहलाते है।

देखा गया है कि अधिकाश तत्वो के परमाणु भार पूर्णांक नही है। ऐसा उनके समस्थानिक रूपो के कारण होता है। किसी तत्व का परमाणु भार उसके समस्थानिको के परमाणुओ का औसत भार होता है।

यह भी देखा गया है कि अधिकाश तत्व दो या दो से अधिक समस्थानिको के मिश्रण होते है। यथा हाइड्रोजन के 3, आक्सीजन के 3 और क्लोरीन के 2 समस्थानिक होते है।

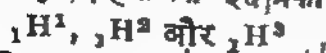
हाइड्रोजन के तीनो रूपो का परमाणु क्रमाक 1 होता है। पर प्रत्येक के केन्द्रक मे न्यूट्रॉन सख्या भिन्न होने के कारण इनके परमाणु भार क्रमश 1, 2, 3 होते हैं। इनको क्रमश हाइड्रोजन अथवा प्रोटियम (Protium), ड्यूटेरियम (Deutarium) और ट्राइटियम (Tritium) कहते हैं।



	हाइड्रोजन प्रोटियम	ड्यूटेरियम	ट्राइटियम
परमाणु सख्या	1	1	1
परमाणु भार	1	2	3

हाइड्रोजन के समस्थानिक

हाइड्रोजन अथवा प्रोटियम मे 1 प्रोटॉन होता है, न्यूट्रॉन नही होता। ड्यूटेरियम मे 1 प्रोटॉन तथा 1 न्यूट्रॉन और ट्राइटियम मे 1 प्रोटॉन तथा 2 न्यूट्रॉन होते है। इन्हे क्रमश इस प्रकार लिखा जाता है।


$_1H^1$, $_1H^2$ और $_1H^3$

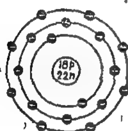
इसी तरह लीथियम के दो समस्थानिक $_3Li^6$ तथा $_3Li^7$, क्लोरीन के दो समस्थानिक $_{17}Cl^{35}$ तथा $_{17}Cl^{37}$, आक्सीजन के तीन समस्थानिक $_8O^{16}$ तथा $_8O^{17}$ तथा $_8O^{18}$ होते हैं।

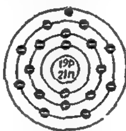
यरेनियम अथवा अन्य कई तत्वो के प्राकृतिक समस्थानिक उपलब्ध हैं और कई तत्वो के समस्थानिक कृत्रिम रूप से परमाणु भट्टियो मे बनाए जाते

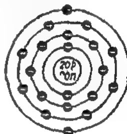
हैं। ये रेडियो आइसोटोप कहलाते हैं। ये रेडियो सक्रिय होते है अर्थात् इनमें से कुछ कण व विकिरणो का उत्सजन होता रहता है, परिणाम स्वरूप इन तत्वों के विघटन (Disintegration) की प्रक्रिया जारी रहती है। विकिरण के गुण के नाते रेडियो आइसोटोप औषधीय महत्व के होते हैं और इन्ह परमाणु रिएक्टरो मे निर्मित किया जाता है।

समभारी (Isobars)

कुछ तत्वो के परमाणु समस्थानिको के ठीक विपरीत लक्षण प्रदर्शित करते हैं। कुछ विभिन्न तत्वो के परमाणुओ का परमाणु भार एक ही होता है पर उनके परमाणु क्रमाक भिन्न होते है। यथा आगन (Ar), पोटैशियम (K) और कैल्शियम (Ca) सभी का परमाणु भार 40 है पर उनकी परमाणु सख्याएँ क्रमश 18, 19, और 20 ह। ऐसे परमाणुओ को समभारी (Isobars) कहते हैं।







आर्गन (Ar) पाटशियम (K) कलशियम (Ca) के समभारी

ध्यान देने योग्य तथ्य यह है कि समस्थानिक होने का गुण एक ही तत्व के विभिन्न रूप प्रदर्शित करते है पर विभिन्न तत्वो के परमाणु समभारी हो सकते हैं क्यो कि सभी तत्वो के परमाणु क्रमाक (नाभिक मे प्रोटॉनो की सख्या) समान नही हो सकती। इसी नाते तत्वो की आवत सारणी मे समस्थानिको का स्थान तो एक ही होता है पर समभारी तत्वो के स्थान सर्वथा अलग-अलग होते है।

समन्यूट्रॉनिक (Isotones)

कभी-कभी विभिन्न तत्वो के परमाणुओ के नाभिक मे न्यूट्रॉनो की संख्या समान पायी जाती है। जैसे कि $_1H^3$ और $_2He^4$, $_6C^{13}$ और $_7N^{14}$ तथा $_{14}Si^{30}$, $_{15}P^{31}$ और $_{16}S^{32}$ मे न्यूट्रॉनो की सख्या समान है। ये समन्यूट्रॉनिक तत्व कहलाते हैं।

कुछ अन्य मूल कण

हम यह जान चुके है कि इलेक्ट्रॉन, प्रोटान और न्यूट्रॉन मूल कण ह। इन्हे और छोटे कणो मे विभाजित नही किया जा सकता है। इनमें से कुछ दूसरे

मौलिक कणों मे अलबत्ता परिवर्तित हो जाते हैं लेकिन ये अस्थायी (Unstable) होते है, अल्प अवधि के लिए ही स्थिर रहते हैं।

एण्डरसन (1932) ने एक ऐसे मूल कण की खोज की जिस पर इलेक्ट्रॉन के विपरीत आवेश था, अत उन्होंने इसको 'पोजीट्रॉन' नाम दिया। पोजीट्रॉन वस्तुत इलेक्ट्रॉन का विशुद्ध प्रतिरूप ही है। फर्क इतना ही है कि इस पर धन आवेश होता है। इसे खोजने का प्रयास जोलियो क्यूरी दम्पति (1933) ने भी किया था। उन्होंने अपने एक प्रेक्षण मे देखा कि पोलोनियम से प्राप्त अल्फा कणों के बेरेलियम पर डालने से प्राप्त विकिरण जब सीसे से टकराते है, तो इलेक्ट्रॉन उत्सर्जित होते हैं। इसकी व्याख्या करते हुए उन्होने कहा कि इलेक्ट्रानो की उत्पत्ति उन ऊर्जा वान गामा किरणो से होती है जो बेरेलियम पर ऐल्फा कणो के डालने से उत्सर्जित होती हैं। लेकिन इसका कोई साक्ष्य उनके पास न था और निस्सदेह पोजीट्रॉन के खोजी होने का श्रेय एडरसन को मिला।

एण्डरसन ने अपने प्रयोगो के आधार पर व्याख्या की कि उच्च ऊर्जा वान गामा किरण (जैसी रेडियोधर्मी थोरियम से प्राप्त होती हैं) ब्रह्माडीय किरणो के समान होती ह, जिनमे इलेक्ट्रानो के उत्सजन की क्षमता होती है। एण्डरसन ने क्लाउड चैम्बर फोटोग्राफ तथा अन्य प्रयोगो के आधार पर नए मूल कणो की घोषणा की और उन्हे धनात्मक इलेक्ट्रॉन या पोजीट्रॉन (Positive electron or positron) कहा।

जब न्यूट्रॉन नाभिक से बाहर होता है तो यह अस्थिर होता है। 12 मिनट के अपने अल्प जीवन काल के बाद यह प्रोट्रॉन, इलेक्ट्रॉन तथा न्यूट्रिनो (Neutrino) नामक मौलिक कणो मे परिवर्तित हो जाता है। न्यूट्रिनो की खोज अभी इधर ही (1965) हुई है। यह एक अद्भुत कण है, इस पर न तो कोई आवेश होता है और न ही इसमे द्रव्यमान निहित होता है।

फोटान (Photon) भी एक अस्थायी मौलिक कण है। इसमे भी न तो द्रव्यमान होता है और न ही कोई आवेश। प्रकाश, रेडियो तरगें अथवा एक्स किरणें फोटाना की धारा ही तो है।

इनके अतिरिक्त हमे और भी कई मूल कणो की जानकारी है। लेकिन ये सभी अस्थायी कण है। कुछ तो इतने अस्थायी होते है कि 1 सेकड से भी कम समय मे दूसरे कणो मे परिवर्तित हो जाते ह। स्पष्ट है कि इनके गुणधर्मों और प्रकृति का अध्ययन करना अपने आप मे अत्यत जटिल है।

मौलिक कणो का एक दूसरे से क्रिया करके दूसरे कणो मे बदलने की

क्रिया कुछ विशेष परिस्थितियो और बदिशो मे ही होती है। प्रेक्षणो में पाया गया है कि क्रिया करने वाले कणो और परिणामी कणो के आवेश बराबर होते हैं। जब कोई न्यूट्रॉन टूटता है तो वह प्रोटॉन और इलेक्ट्रॉन मे ही परिवर्तित होता है। इस परिवर्तन मे, न्यूट्रॉन का शून्य आवेश प्रोटॉन के इकाई धन आवेश और इलेक्ट्रॉन के इकाई ऋण आवेश से सतुलित हो जाता है। कणो के परिवर्तन मे आवेश सरक्षण (Conservation of Charge) के अतिरिक्त और भी कई गुणो का सरक्षण जरूरी है। निस्सदेह मौलिक कणो के आपसी परिवर्तन सम्बधी सक्रियाएँ इन्ही विशेष प्रतिबधो के अतर्गत ही सम्पन्न होती है।

बाह्य अतरिक्ष से ब्रह्माडीय किरणें (Cosmic rays) हमारे वायुमडल मे प्रवेश करती रहती है। इन किरणो मे प्रमुखत उच्च ऊर्जा वान प्रोटॉन, ऐल्फा कण और कुछ भारी परमाणुओ के नाभिक होते है। वायुमडल मे प्रवेश करते समय ब्रह्माडीय किरणे वायु मे उपस्थित आक्सीजन और नाइट्रोजन अणुओ से टकराती है। इस टकराव (Collision) के परिणाम स्वरूप इलेक्ट्रॉन, प्रोटॉन, न्यूट्रिनो और मेसान (mesons) जैसे मूल कणो की उत्पत्ति होती है।

मेसान कण कई तरह के होते हैं। सबकी प्रकृति-भिन्न होती है। कुछ पर आवेश होता है। कुछ मेसान कण अपने क्षय से दूसरी कोटि के मेसान कणो की उत्पत्ति करते हैं। मेसान (या मीसोट्रान) कणो की खोज (1937) का श्रेय नीदरमेयर और एडरसन तथा स्ट्रीट और स्टीवेंसन को समान रूप से दिया जाता है। ब्रह्माडीय विकिरणो के अध्ययन से कई मूल कणो की खोज हुई है।

अभी तो हमने परमाणुओ की दुनिया मे प्रवेश ही किया है। न जाने अभी कितने रहस्य अनावरित होगे?

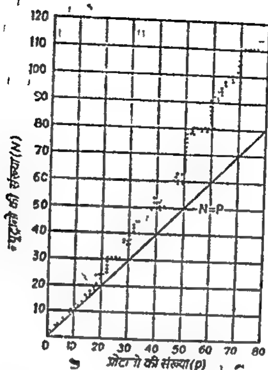
परमाणुओ की अस्थायी प्रकृति और रेडियोधर्मिता की खोज

किसी परमाणु के नाभिक का स्थायित्व उसमे उपस्थित न्यूट्रानो तथा प्रोटानो के अनुपात (N/P) पर निर्भर करता है। प्राय देखा गया है कि स्थायी (Stable) नाभिको मे यह अनुपात 1 अथवा लगभग 1 के बराबर होता है। लेकिन जब यह अनुपात 1 5 से अधिक हो जाता है तो नाभिक अस्थायी (Unstable) और रेडियो धर्मी (Radio active) हो जाता है यानी उससे कुछ किरणें निकलने लगती है।

परमाणु क्रमाक 20 तक के परमाणु स्थायी होते हैं। इनमे N/P लगभग 1 होता है। ज्यो-ज्यो परमाणु क्रमाक बढता जाता है, न्यूट्रानो की सख्या प्रोटानो से अधिक होने लगती है अर्थात् इस अनुपात का मान बढने लगता है। परमाणु क्रमाक 83 से ऊपर वाले तत्वो मे यह मान 1 5 से 1 6 तक होता है और इसी नाते वे अस्थायी और रेडियो एक्टिव होते हैं।

अस्थायी परमाणुओ की विघटन प्रक्रिया यानी (किरणो का उत्सर्जन) तब तक जारी रहती है, जब तक कि वे स्थायित्व नही प्राप्त कर लेते।

प्राकृतिक परमाणुओ मे उपस्थित N और P के बीच ग्राफ खीचे जाने पर हम एक वक्र प्राप्त होता है। साथ के चित्र मे यह बिन्दुओ से प्रदर्शित है। चित्र मे दी गई सीधी रेखा वास्तव मे एक काल्पनिक रेखा है जो N = P को दर्शाती है। जिन नाभिको मे ऐसी स्थिति (N = P) होती है, वे सीधी रेखा के नजदीक होते हैं।



न्यूट्रॉन-प्रोटॉन अनुपात

रेडियोधर्मिता की खोज

फ्रांसीसी वैज्ञानिक हेनरी बेकरल (Henri Becquerel, 1896) ने संयोगवशात पाया कि यूरेनियम खनिज के टुकडे के भीतर से कुछ अदृश्य किरणें निकलती है जो काले कागज मे लिपटी हुई फोटोग्राफिक प्लेट को प्रभावित करती है। इन किरणो मे ठोस पदार्थों के आर-पार निकल जाने का गुण होता है और ये जिंक सल्फाइड जैसे कुछ पदार्थों को अंधेरे मे चमका देती है। बेकरल के नाम पर इन किरणो को 'बेकरल किरणें' (Becquerel rays) कहा गया।

फिर मेरी क्यूरी और श्मिट (Marie Curie and Schmidt 1898) ने ऐसे गुण का अवलोकन थोरियम मे भी किया। उन्होंने इस गुण को रेडियोधर्मिता (Radio activtiy) कहा तथा ऐसे तत्व जो इन किरणो का उत्सर्जन करते रहते हैं, रेडियोधर्मी तत्व (Radio active elements) कहा।

क्यूरी दम्पति का योगदान

यूरेनियम खनिज से कुछ रहस्यमयी किरणो के उत्सर्जन सम्बन्धी बेकरल की खोज ने क्यूरी दम्पति (मेरी क्यूरी और उनके पति पियरे क्यूरी) को बहुत प्रभावित किया।

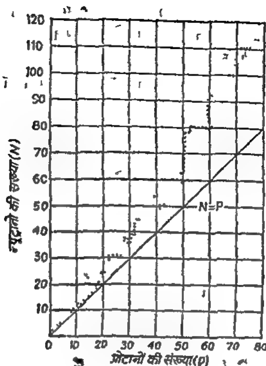
परमाणुओ की अस्थायी प्रकृति और रेडियोधर्मिता की खोज

किसी परमाणु के नाभिक का स्थायित्व उसमे उपस्थित न्यूटानो तथा प्रोटानो के अनुपात (N/P) पर निभर करता है। प्राय देखा गया है कि स्थायी (Stable) नाभिको मे यह अनुपात 1 अथवा लगभग 1 के बराबर होता है। लेकिन जब यह अनुपात 1 5 से अधिक हो जाता है तो नाभिक अस्थायी (Unstable) और रेडियो धर्मी (Radio active) हो जाता है यानी उससे कुछ किरणें निकलने लगती है।

परमाणु क्रमाक 20 तक के परमाणु स्थायी होते हैं। इनमे N/P लगभग 1 होता है। ज्यो-ज्यो परमाणु क्रमाक बढता जाता है, न्यूटानो की सख्या प्रोटानो से अधिक होने लगती है अर्थात् इस अनुपात का मान बढने लगता है। परमाणु क्रमाक 83 से ऊपर वाले तत्वो मे यह मान 1 5 से 1 6 तक होता है और इसी नाते वे अस्थायी और रेडियो एक्टिव होते है।

अस्थायी परमाणुओ की विघटन प्रक्रिया यानी (किरणो का उत्सजन) तब तक जारी रहती है, जब तक कि वे स्थायित्व नही प्राप्त कर लेते।

प्राकृतिक परमाणुओ मे उपस्थित N और P के बीच ग्राफ खीचे जाने पर हमे एक वक्र प्राप्त होता है। साथ के चित्र मे यह विन्दुओ से प्रदर्शित है। चित्र मे दी गई सीधी रेखा वास्तव मे एक काल्पनिक रेखा है जो N = P को दर्शाती है। जिन नाभिको मे ऐसी स्थिति (N = P) होती है, वे सीधी रेखा के नजदीक होते हैं।



न्यूट्रॉन-प्रोटॉन अनुपात

रेडियोधर्मिता की खोज

फ्रांसीसी वैज्ञानिक हेनरी वेकरल (Henri Becquerel, 1896) ने सयोग-वशात पाया कि यूरेनियम खनिज के टुकडे के भीतर से कुछ अदृश्य किरणें निकलती है जो काले कागज मे लिपटी हुई फोटोग्राफिक प्लेट को प्रभावित करती है। इन किरणो मे ठोस पदार्थों के आर-पार निकल जाने का गुण होता है और ये जिंक सल्फाइड जैसे कुछ पदार्थों को अंधेरे मे चमका देती है। बेकरल के नाम पर इन किरणो को 'बेकरल किरणें' (Becquerel rays) कहा गया।

फिर मेरी क्यूरी और श्मिट (Marie Curie and Schmidt, 1898) ने ऐसे गुण का अवलोकन थोरियम मे भी किया। उन्होंने इस गुण को रेडियोधर्मिता (Radio activtiy) कहा तथा ऐसे तत्व जो इन किरणो का उत्सर्जन करते रहते है, रेडियोधर्मी तत्व (Radio active elements) कहा।

क्यूरी दम्पति का योगदान

यूरेनियम खनिज से कुछ रहस्यमयी किरणो के उत्सर्जन सम्बन्धी बेकरल की खोज ने क्यूरी दम्पति (मेरी क्यूरी और उनके पति पियरे क्यूरी) को बहुत प्रभावित किया।

क्यूरी दम्पति ने विचार किया कि क्या यह संभव है कि इन शक्तिशाली विकिरणो के उत्सर्जन की क्षमता यूरेनियम के अतिरिक्त अन्य तत्वो के भी परमाणुओ मे निहित हो ? फिर वे इन तत्वो को ढूँढने मे लग गए। उन्होंने कई ज्ञात तत्वो का परीक्षण किया और ऐसे तत्व खोज निकाले जिनमे विकिरणो के उत्सर्जन की क्षमता होती है। इसी क्षमता को मेरी क्यूरी ने रेडियोधर्मिता की सज्ञा दी थी।



रेडियो धर्मिता के सूत्रधार हेनरी बेकरल

अपने प्रयोगो के दौरान उन्होने ज्ञात कर लिया था कि यूरेनियम और थोरियम के कुछ अशुद्ध लवण शुद्ध लवणो की अपेक्षा कहीं अधिक रेडियोधर्मी होते है। यह विचारणीय प्रश्न था कि आखिर यह अतिरिक्त रेडियोधर्मिता कहाँ से आती है ? क्यूरी दम्पति का अनुमान था कि यह अवश्य ही यूरेनियम और थोरियम लवणो की अशुद्धियो मे निहित होनी चाहिए। ज्ञात तत्वो का परीक्षण तो वे कर चुके थे अत यूरेनियम और थोरियम के लवणो मे अशुद्धि के रूप मे कुछ नए तत्वो की उपस्थिति का भान उन्हे हो रहा था, जिनकी वजह से अतिरिक्त रेडियोधर्मिता प्रकट होती थी।

पोलोनियम की खोज

अब उन्होंने नए तत्व को विलगाने का प्रयास किया और इसके लिए उन्होंने यूरेनियम के एक आक्साइड (पिचब्लैंड) को चुना। जुलाई 1898 मे पिचब्लैंड मे से उन्होंने नए तत्व को अलग कर पाने मे सफलता अर्जित की।



पोलोनियम और रेडियम सरीखे नए रेडियो धर्मी तत्वो
की खोजी महिला वैज्ञानिक मैडम क्यूरी

इसकी रेडियोधर्मिता यूरेनियम की अपेक्षा 400 गुनी अधिक थी। अपनी मातृ भूमि पौलेंड के नाम पर क्यूरी ने इस नए तत्व का नाम पोलोनियम रखा।

रेडियम की खोज

पिचब्लेंड से पोलोनियम को अलग कर लेने के बाद भी पिचब्लेंड की रेडियोधर्मिता कहीं अधिक थी, जितनी यूरेनियम और पोलोनियम के लवणो के कारण होनी चाहिए थी। तो क्या अभी पिचब्लेंड मे कोई और भी शक्तिशाली रेडियोधर्मी तत्व मौजूद था?

रेडियोधर्मी विकिरण मापी यत्रो से भी ऐसा सकेत मिलता था। अब उन्होंने नए तत्व को खोज निकालने की ठानी। पोलोनियम की खोज के ठीक 5 महीने बाद, दिसम्बर 1898 मे दूसरे अज्ञात तत्व की उपस्थिति की उन्होंने घोषणा की और इसका नाम रखा रेडियम। उल्लेखनीय है कि यह नया तत्व यानी रेडियम, यूरेनियम की अपेक्षा 15 लाख गुना अधिक रेडियो धर्मी था।

क्यूरी दम्पति ने रेडियम को अलग तो कर लिया था पर वह तत्व रूप मे नही था बल्कि क्लोरीन के साथ सयुक्त रूप मे था। कुछ वैज्ञानिको को इन नई खोजो के प्रति शका थी। अत क्यूरी दम्पति के सामने तत्व रूप मे रेडियम को प्रस्तुत करना एक अहम सवाल था।

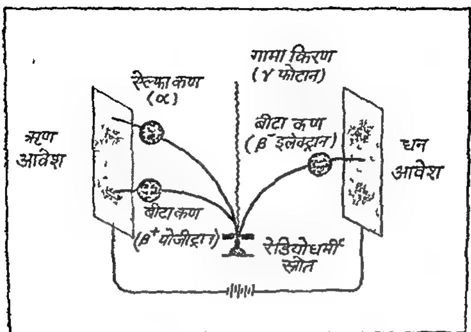
इस मार्ग मे बडी कठिनाइयाँ थी। इस कार्य के लिए कई टन पिचब्लैंड की आवश्यकता की जिसे खरीद पाना उनके वश की बात नही थी। पिचब्लैंड आस्ट्रिया के अतिरिक्त कही मिलती न थी। क्यूरी दम्पति की धारणा थी कि यदि पिचब्लैंड मे कोई अज्ञात तत्व है तो यूरेनियम छन चुकने के बाद वह अवश्य बचा रहना चाहिए। बोहेमिया की खानो से पिचब्लैंड निकाली जाती थी और उससे यूरेनियम लवणो को बिलगा लेने के बाद बाकी खनिज को बेकार समझ कर फेंक दिया जाता था। क्यूरी दम्पति की रुझान देखकर आस्ट्रिया की सरकार पिचब्लैंड का सारा बचा खुचा कचडा बडे सस्ते दामो मे उन्हे देने को तैयार हो गई बशर्ते उसे ढो ले जाने का सारा खर्चा क्यूरी दम्पति स्वय वहन करें।

टनो पिचब्लैंड कचडा जहाजो मे भरकर ढोयी गई। फिर कमर तोड मेहनत शुरु हुई। लोहे की भट्ठी पर बडे-बडे कडाहो मे पिचब्लैंड को उबालना शुरू किया गया। लगातार चार साल तक पति-पत्नी हाफते-खासते, गद और धुएँ भरे माहौल मे पिचब्लैंड का सशोधन करते रहे और फिर आया 1902 का साल, जब उनकी मेहनत रग लायी। टनो पिचब्लैंड से वे कुछ मिलीग्राम रेडियम तत्व रूप मे बिलगाने मे सफल हो गए। पोलोनियम यूरेनियम की अपेक्षा अधिक रेडियो सक्रिय था पर रेडियम की रेडियो धर्मिता अद्भुत थी, यूरेनियम की अपेक्षा 15 लाख गुनी अधिक।

रेडियो धर्मिता की खोज ने विज्ञान जगत मे नूतन मान्यताओ की स्थापना की। परमाणुओ के बारे मे वैज्ञानिक धारणा परिवर्तित हो गई। परमाणु जो अभी तक *'अखडनीय'* था, *'खडनीय'* बन गया। रेडियोधर्मिता की खोज के लिए मैडम क्यूरी को अपने पति पियरे क्यूरी के साथ 1903 मे भौतिकी का नोबेल पुरस्कार मिला।

रेडियोधर्मी किरणो का अध्ययन

रेडियम की खोज के तत्काल बाद ही रदरफड ने अपने एक प्रयोग के दौरान सीसे (Lead) की छोटे मुँह वाली एक चौकोर प्याली मे रेडियम का टुकडा रखा और उससे उत्सर्जित होने वाली किरणो को विद्युत क्षेत्र से गुजरने देकर उन्होंने कुछ प्रेक्षण किए। उन्होने देखा कि कुछ किरणें ऋण प्लेट की ओर मुडती हैं, कुछ धन प्लेट की ओर मुडती हैं और कुछ सीधी निकल जाती हैं। अत उन्होंने रेडियोधर्मी तत्वो से तीन तरह की किरणो के उत्सजन की घोषणा की—



रेडियोधर्मी विकिरणा का अध्ययन

ऐल्फा किरणें (∝ rays)

ऐल्फा किरणें कम कोण पर ऋणात्मक प्लेट की ओर मुड जाती है। ये ऐल्फा कणो (∝ – particles) से मिलकर बनी होती है।

ये धनाविष्ट कण वस्तुत हीलियम परमाणुओ के नाभिक (He^{++}) होते हैं। प्रत्येक कण पर 2 इकाई धन आवेश होता है और इनका भार प्रोटान के भार के चार गुने के बराबर होता है।

इनकी वेधन क्षमता कम होती है तथा इन कणो के उत्सजन से पदार्थ का द्रव्यमय कम हो जाता है। ये जिंक सल्फाइड जैसे पदार्थो मे स्फुरदीप्ति पैदा करती है तथा फोटो प्लेट को भी प्रभावित कर देती है। ऐसा इनकी अत्यधिक गतिज ऊर्जा के कारण होता हैं।

बीटा किरणें (β-rays)

ये किरणें अधिक काण पर धनात्मक प्लेट की ओर मुड जाती हैं। ये बीटा कणो से मिलकर बनी होती हैं।

ये ऋणाविष्ट कण वस्तुत तीव्र वेग वाले इलेक्ट्रॉन (e^{-1}) है। प्रत्येक कण पर इकाई ऋण विद्युत आवेश होता है।

इनकी वेधन क्षमता ऐल्फा कणो की अपेक्षा 100 गुनी अधिक होती है। चूकि इनका द्रव्यमान हाइड्रोजन के द्रव्यमान का लगभग 1/1837 वाँ भाग होता है, अत बीटा कणो के निकल जाने से पदार्थो के द्रव्यमान मे कोई विशेष अतर नही आता ।

गामा किरणे (γ rays)

ये किरणें सीधी निकल जाती है जिनका तात्पय है कि ये किसी भी प्रकार के कणो से मिलकर नही बनती है। इनकी प्रकृति X– किरणो से मिलती-जुलती है।

इनका स्वरूप तरगो की भाति होता है। ये विद्युत उदासीन होती हैं। अत चुम्बकीय व विद्युत क्षेत्र से कतई प्रभावित नही होती।

इन किरणो का वेग लगभग प्रकाश वेग के बराबर होता है तथा इनकी वेधन शक्ति बहुत अधिक होती है।

रेडियोधर्मी विघटन का प्रतिफल

रेडियोधर्मी किरणो की खोज के पश्चात रदरफड और साडी (1903) ने तत्वो के रेडियोधर्मी विघटन का एक सिद्धात प्रस्तुत किया।

रेडियो धर्मी किरणो के परमाणु अपनी अस्थायी प्रकृति के कारण सदा विघटित होते रहते है और सवथा नए तत्वो को जन्म देते हैं। ये प्रक्रियाएँ तब तक चलती रहती है जब तक कि स्थायी परमाणु नही प्राप्त हो जाता है।

यद्यपि रेडियो समस्थानिक कई तरह से ऊर्जा का उत्सजन कर सकते है पर ऊर्जा उत्सजन के दो महत्वपूण प्रक्रम हैं।

एक प्रक्रम मे परमाणुओ के नाभिक से ऐल्फा कण उत्सर्जित होते है और दूसरे मे बीटा कण उत्सर्जित होते है।

चूकि ऐल्फा कण हीलियम परमाणु का नाभिक हाता है, जिसमे 2 प्रोटान और 2 न्यूट्रॉन होते है, अत किसी परमाणु के नाभिक से एक ऐल्फा कण (आवेश +2, द्रव्यमान 4) निकलने का मतलब है कि प्राप्त होने वाले परमाणु का भार मूल परमाणु से 4 कम होगा और उसकी परमाणु सख्या भी 2 कम होगी। यथा

	रेडियम (Ra)	$\xrightarrow{-\alpha}$	रेडॉन (Rn)
परमाणु भार	226		222
परमाणु सख्या	88		86

निस्सदेह ऐल्फा कण के उत्सर्जन से नाभिक का भार भी कम हो जाता है।

बीटा कण एक इलेक्ट्रॉन होता है, सहज ही प्रश्न उठता है कि नाभिक मे कोई इलेक्ट्रॉन तो होता नही, फिर ये इलेक्ट्रॉन आते कहाँ से है ? इसका सहज उत्तर यह है कि इलेक्ट्रॉनो का जन्म न्यूट्रॉन के प्रोट्रॉन, इलेक्ट्रॉन तथा न्यूट्रिनो मे टूटने से होता है। स्थिर समस्थानिको मे यह प्रक्रिया नही होती, सिर्फ रेडियो समस्थानिको मे ही यह प्रक्रिया घटित होती है।

यद्यपि नाभिक मे इलेक्ट्रान नही होता पर ठीक उत्सर्जन के समय इसकी उत्पत्ति हो जाती है। ऐसा न्यूट्रान के प्रोटान मे बदलने के कारण होता है।



$$n \rightarrow P + e^{-}$$

इसके ठीक विपरीत पाजीट्रान की उत्पत्ति है। जब प्रोट्रान अपने को न्यट्रान मे परिवर्तित करता है, तो पोजीट्रान की उत्पत्ति होती है।



$$P \rightarrow n + e^{+}$$

इस तरह से देखा जाय तो न्यूट्रान और प्रोटान दोनो एक ही भारी नाभिकीय कण की दो वैकल्पिक प्रावस्थाएँ ह।

नाभिक से एक बीटा कण (आवेश–1) के निकलने का मतलब यह है कि प्राप्त होने वाले परमाणु का भार मूल परमाणु के समान होगा पर परमाणु सख्या 1 अधिक होगी यथा—

		–बीटा कण	
	वि मथ (Bi)	———→	पोलोनियम (Po)
परमाणु भार	213		213
परमाणु सख्या	83		84

स्पष्ट है कि इस प्रक्रिया मे समभारी (Isobars) की उत्पत्ति होती है।

जब 1 ऐल्फा कण तथा 2 बीटा कण उत्सर्जित होते हैं तो समस्थानिक परमाणु उत्पन्न होते है यानी भिन्न परमाणु भार और समान परमाणु संख्या वाले परमाणु उत्पन्न होने है।

हम जान चुके ह कि रेडियोधर्मी तत्वो से गामा किरण भी निकलती है, लेकिन इनका उत्सर्जन रेडियोधर्मी विघटन का हम द्वितीयक प्रभाव मान सकते है, जिस तरह कैथोड किरणो से एक्स-किरणें निकलती हैं, उसी तरह ये बीटा किरणो से उत्पन्न हो सकती है।

रेडियोधर्मिता के प्रभाव से एक तत्व दूसरे ऐसे तत्व से बदल जाता है

जो स्वय मे रेडियोधर्मी होता है और फिर यह तीसरे तत्व मे परिवर्तित हो जाता है और यह प्रक्रिया तब तक चलती रहती है, जब तक कि स्थायी तत्व नही बन जाता। यह प्रक्रिया रेडियोधर्मी शृखला (Radio active Series) कहलाती है। ऐसी चार शृखलाएँ हमे मालूम हैं। यथा

श्रेणी	4 M श्रेणी	4M + 1 श्रेणी	4M + 2 श्रेणी	4M + 3 श्रेणी
प्रमुख सदस्य	थोरियम (Th-232)	नेप्चूनियम (Np-237)	यूरेनियम (U-238)	ऐक्टिनियम (Ac-227)
अतिम उत्पाद	लेड (Pb-204)	विस्मथ (Bi-200)	लेड (Pb-206)	लेड (Pb-207)
अर्द्ध जीवनकाल	1 36 $\times 10^{10}$ वर्ष	2 25 $\times 10^{9}$ वर्ष	4 45 $\times 10^{9}$ वष	13 5 वर्ष

अर्द्धजीवन काल (Half Life)

किसी रेडियोधर्मी तत्त्व के विघटन का वेग ताप, दाब तथा रासायनिक अवस्था पर कदापि निभर नही करता। प्रत्येक तत्व के विघटन का वेग लाक्षणिक होता है और बाह्य कारको से अप्रभावित रहता है। प्राय रेडियोधर्मी तत्वो के विघटन का वेग उनके अर्द्ध जीवन काल (*Half Life Period*) से प्रकट किया जाता है।

सैद्धातिक रूप से रेडियोधर्मी तत्व की कोई भी माला अनन्त काल मे विघटित होती है। अर्द्ध जीवन काल वास्तव मे वह समय है जिसमे उसका आधा पदाथ विघटित होता है। किसी रेडियोधर्मी पदाथ की आरम्भिक मात्रा की आधी माला के क्षय का समय ही उसका अर्द्ध जीवन काल कहलाता है। उदाहरण के तौर पर रेडियम का अर्द्ध जीवन काल 1600 वष का है। इसका मतलब यह हुआ कि रेडियम की कोई भी मात्रा 1600 वर्षों की अवधि मे आधी रह जायेगी।

किसी भी रेडियोधर्मी पदाथ की क्रियाशीलता एक सेंकड मे होने वाले परिवतनो की सख्या से मापी जाती है, जो समय के साथ कम होती जाती है और इसके कम होने की दर उस पदाथ के अर्द्धजीवन काल पर निभर करती है। एक विशेष रेडियोधर्मी तत्व के लिए एक सेंकड की अवधि मे विघटित होने वाले परमाणुओं की सख्या बचे हुए अविघटित परमाणुओ की सख्या के समानुपाती होती है।

कृत्रिम रेडियोधर्मिता (Artificial or Induced Radio activity)

रेडियोधर्मिता की खोज मदाम क्यूरी ने की थी। इस कार्य को आगे बढाया उनकी बेटी ने। आइरीन क्यूरी (Irene Curie) ने अपने पति फ्रेडरिक जोलियो (F Joliot) के साथ कुछ प्रेक्षण (1933) किए और पाया कि कुछ तत्वो पर ऐल्फा कणो की बौछार करने पर वे भी रेडियोधर्मी पदार्थों की भाति व्यवहार करने लगते है।

उन्होने जब पोलोनियम से प्राप्त ऐल्फा कणो की बौछार ऐल्युमीनियम पर की तो न्यूट्रानो का उत्सर्जन हुआ और महत्वपूर्ण बात यह थी कि ऐल्फा कणो को हटा लेने के बाद भी उत्सर्जन होता रहा। वस्तुत यह उत्सर्जन रेडियोधर्मी क्षय के समान था। इस लक्षण ने खोजियो को यह सोचने के लिए विवश किया कि कही ऐलूमीनियम के परमाणु किसी दूसरे रेडियोधर्मी तत्व मे तो नही परिवर्तित हो गए। वास्तव मे ऐसा ही हुआ था।



आइरीन क्यूरी



फ्रेडरिक जालियो

कृत्रिम रेडियोधर्मिता के खोजी दम्पति

ऐल्फा कणो के स्रोत को हटा लेने के बाद भी उससे विकिरणो का उत्सर्जन होना प्राकृतिक रेडियोधर्मी तत्वो के समान लक्षण था। इससे सिद्ध हुआ कि ऐल्फा कणो की बौछार से ऐलूमीनियम प्राकृतिक रेडियोधर्मी पदार्थ की भांति व्यवहार करने लगा था यानी उसमे कृत्रिम या प्रेरित रेडियोधर्मिता (Artificial or Induced Radio-activity) उत्पन्न हो गई थी।

आयनन मापन और चुम्बकीय विक्षेपण सम्बधी परीक्षणो से उन्होंने ज्ञात किया कि उक्त प्रभाव से प्राप्त विकिरण वस्तुत धनावेशित इलेक्ट्रॉन (पाजीट्रॉन) कण है, जो प्राकृतिक रेडियोधर्मी तत्वो से उत्सर्जित बीटा कणो की भाँति व्यवहार करते हैं। गाइगर काउण्टर से नापने पर देखा गया कि समय के साथ तीव्र गति से उत्सर्जित होने वाले कणो की गति मद पडती जाती है। यह भी लक्षण प्राकृतिक रेडियोधर्मी तत्वो की भाँति था।

क्यूरी के उक्त प्रयोग मे फास्फोरस का ऐसा समस्थानिक प्राप्त हुआ था जो प्राकृतिक रूप से नही मिलता। इसमे भी विकिरणो के उत्सर्जन की क्षमता विद्यमान थी। इसी नाते ऐल्फा कणो के स्रोत को हटा लेने पर भी ऐल्यूमीनियम से विकिरण जारी रहा। क्यूरी के इस प्रयोग से सिद्ध हो गया कि कृत्रिम साधनो से अ-रेडियोधर्मी तत्वो को रेडियोधर्मी बनाया जा सकता है। इस घटना को उन्होने कृत्रिम रेडियोधर्मिता की सज्ञा दी।

ऐल्यूमिनियम पर ऐल्फाकणो की बौछार से फास्फोरस का एक अस्थायी समस्थानिक (अर्ध जीवन काल 11 मिनट) उत्पन्न होता है और एक न्यूट्रॉन का उत्सर्जन होता है। उक्त समस्थानिक विघटित होकर पाजीट्रॉन का उत्सजन करता है और सिलिकन के एक अस्थायी समस्थानिक को जन्म देता है, तात्पय यह कि रेडियोधर्मिता की श्रृखला चालू हो जाती है।

जोलियो-क्यूरी दम्पति की इस खोज के बाद कृत्रिम रेडियोधर्मिता के बारे मे और वैज्ञानिको ने अनुसधान किए। प्रयोगो ने यह दर्शाया कि न केवल ऐल्फा कणो की बौछार से, अपितु प्रोट्रॉन, ड्यूटेरान, और न्यूट्रॉन की बौछार से भी कृत्रिम रेडियोधर्मिता उत्पन्न की जा सकती है। इतना ही नही, प्राप्त कृत्रिम रेडियोधर्मी तत्व पोजीट्रॉन ही नही, इलेक्ट्रॉनो का भी उत्सजन करते है।

न्यूट्रॉनो के प्रभाव से अधिकाश तत्वो मे कृत्रिम रेडियोधर्मिता उत्पन्न की गई है। एनरिको फेर्मि ने मद न्यूट्रॉनो के द्वारा स्थायी तत्वो को भी रेडियोधर्मी तत्वो मे परिवर्तित कर दिखाया।

आज सभवत प्रत्येक तत्व के रेडियो समस्थानिक उपलब्ध है। हमे लगभग 500 से अधिक कृत्रिम, रेडियो समस्थनिको की जानकारी है जो उद्योग, चिकित्सा और अनुसधान जगत मे अपनी महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहे हैं।

कृत्रिम रेडियो समस्थानिको की खोज शीघ्र ही लोक हितकारी साबित हुई। इस खोज के लिए जोलियो क्यूरी दम्पति को 1935 मे नोबेल पुरस्कार प्रदान किया गया।

रांजन
और एक्स-किरणे

जर्मन वैज्ञानिक विल्हेल्म कोनराड रांजन (Wilhelm Konrad Roentgen) ने 1895 मे एक्स किरणा का आविष्कार किया। कैथोड ट्यूब से कार्य करते समय उन्होने देखा कि काले कपडे मे लिपटी हुई फोटोग्राफिक प्लेट पास लाने पर प्रभावित हो जाती है।

अपने अगले प्रेक्षण मे राजन ने कैथोड नली को ही काले कपडे से ढक दिया और इससे कुछ दूरी पर बेरियम प्लेटीनोसायनाइड का प्रतिदीप्ति शील रख कर देखा तो वह चमकने लगा। राजन ने कहा कि प्रतिदीप्ति का कारण कैथोड नली से निकलने वाली अज्ञात किरणे है।

राजन ने यह भी नोट किया कि जब कैथोड किरणे किसी सुदृढ आधार से टकराती है तभी ऐसी किरणे उत्पन्न हाती है। ये किरणें अपने आप मे बडी विलक्षण क्षमता युक्त थी। ये ठोस पदार्थों के आर-पार हो जाती थी। चूकि इनको प्रकृति अज्ञात थी, अत राजन ने इन्हे एक्स-किरणें (X – rays) नाम दिया।

आगे चाल कर एक्स-किरणो की खोज बडी महत्वपूर्ण सिद्ध हुईं। चिकित्सा, उद्योग और अनुसधान के विभिन्न क्षेत्रो मे इनका उपयोग किया जाने लगा। इस खोज कार्य के लिए राजन को वर्ष 1901 का पहला भौतिकी का नोबेल पुरस्कार दिया गया। आविष्कारक के सम्मान मे इन्हे 'राजन किरणें' भी पुकारा जाता है।



एक्स किरणो के आविष्कारक विल्हेल्म कोनराड राजन
(1845—1923)

एक्स-किरणो का उत्पादन

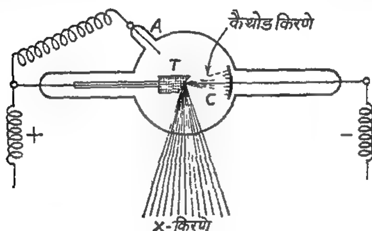
एक्स-किरणो के उत्पादन के लिए गैस युक्त एक्स-किरण नली प्रयुक्त की जाती है। वस्तुत यह नली एक गोल बल्ब की भाति होती है, जिसमे तीन नलियाँ लगी होती हैं। इन नलियो मे इलेक्ट्रोड लगे होते हैं।

जब दोनो इलेक्ट्रोडो (एनोड और कैथोड) के बीच 10,000 वोल्ट का उच्च विभवान्तर उत्पन्न किया जाता है तो कैथोड से उत्सर्जित होकर कैथोड किरणें प्रति कैथोड या लक्ष्य (T) से टकराती हैं, तत्काल एक्स-किरणें उत्पन्न होने लगती है। नलिका के अदर हल्के हरे प्रतिदीप्ति से इसका आभास हमे मिल जाता है।

उल्लेखनीय तथ्य यह है कि कैथोड किरणो का मात्र 0 2 प्रतिशत भाग ही एक्स किरणो मे परिवर्तित हो पाता है, शेष ऊष्मा मे परिणित हो जाता है, स्वाभाविक है कि लक्ष्य अत्यधिक तप्त हो उठता है अत इसे प्लेटिनम, या मालिब्डेनम सरीखी उच्च द्रवणाक वाली धातुओ से बनाते हैं।

एक्स-किरणो की उत्पत्ति पहले गैस युक्त एक्स किरण नली (Gas Filled X-ray tube) से की जाती थी। इसमे कई दोष पाए गए। इस ट्यूब मे एक्स-किरणों की उत्पत्ति कैथोड किरणो से होती है। ये इलेक्ट्रानो से बनी

होती है। उक्त ट्यूब में इलेक्ट्रान गैस के आयनीकरण से उत्पन्न होते है। अत स्वाभाविक है कि एक्स-किरणो की तीव्रता व प्रकृति इलेक्ट्रानो की सख्या और उनकी गतिज ऊर्जा पर निर्भर करती है। यदि नली के सिरो पर विभवान्तर बढा दिया जाये तो इलेक्ट्रानो की सख्या और उनकी गतिज ऊर्जा दोनो मे वृद्धि हो जाती है और उसी अनुरूप एक्स किरणो की तीव्रता और भेदन क्षमता दोनो ही बढ जाते हैं। स्पष्ट है कि एक्स-किरणो की तीव्रता व प्रकृति का स्वतन्त्र नियन्त्रण नही किया जा सकता क्योकि दोनो-तीव्रता और भेदन क्षमता-परस्पर सम्बद्ध है।



गैस युक्त एक्स किरण नली

गैस युक्त एक्स-किरण नली मे एक और दोष यह था कि नली से लगातार कार्य नही किया जा सकता। एक्स किरणो के उत्पादन के समय नली की दीवारो से गैस का शोषण होने लगता है, परिणाम स्वरूप नलिका मे गैस दाब कम हो जाता है। इससे आयनीकरण की मात्रा घट जाती है और इलेक्ट्रानो की सख्या घट जाती है। अब अधिक इलेक्ट्रानो के उत्सजन के लिए नली के सिरो पर अत्यधिक उच्च विभवान्तर की आवश्यकता पडती है। फल यह होता है कि नली कार्य करना बद कर देती है।

इन दोनो कमियो को कूलिज (1913) द्वारा निर्मित कूलिज नली (coolidge tube) ने दूर कर दिया। इसमे कैथोड किरणें तापायनिक प्रभाव (Thermionic effect) से उत्पन्न की जाती हैं। इसमे एल्यूमीनियम कैथोड की जगह टगस्टन का फिलामेट इस्तेमाल किया जाता है। इसके दोनो सिरो को बैटरी से सम्बद्ध कर दिया जाता है।

तंतु मे धारा प्रवाहित करने से तप्त कैथोड से इलेक्ट्रानो की धारा निकल कर एनोड पर पडती है, जो बहुत ही उच्च विभव पर होता है। इलेक्ट्रान त्वरित करके एनोड पर डाले जाते हैं अत उनकी गतिज ऊर्जा बहुत अधिक हो जाती है। एनोड टगस्टन धातु की एक प्लेट का बना होता है। जब तीव्र वेग से इलेक्ट्रान एनोड के टगस्टन परमाणुओ से टकराते है तो वे अपनी ऊर्जा इसके परमाणुओ के इलेक्ट्रानो को दे देते हैं। इस अतिरिक्त ऊर्जा के रूप मे टगस्टन परमाणुओ से एक्स किरणें उत्सर्जित होने लगती हैं।

आधुनिक कूलिज नली मे इलेक्ट्रानो की सख्या नली मे शेष गैस की मात्रा पर निर्भर नही करती, अपितु तन्तु मे प्रवाहित होने वाली धारा पर निर्भर करती है। तन्तु मे प्रवाहित हो रही धारा का मान परिवर्तित करके उसके ताप मे परिवतन किया जा सकता है। इससे उत्सर्जित इलेक्ट्रानो की सख्या परिवर्तित हो जाती है।

इतना ही नही, एक्स-किरणो की तीव्रता मे परिवतन किए बिना ही उनकी प्रकृति परिवर्तित की जा सकती है क्योकि इनमे इलेक्ट्रानो की गतिज ऊर्जा तन्तु के ताप पर नही, अपितु कैथोड-एनोड के बीच विभवान्तर पर निर्भर करती है। अत इलेक्ट्रानो की सख्या को समान रखते हुए विभवान्तर को परिवर्तित करके इलेक्ट्रानो की गतिज ऊर्जा और उनसे उत्पादित एक्स किरणो की प्रकृति या भेदन क्षमता परिवर्तित की जा सकती है।

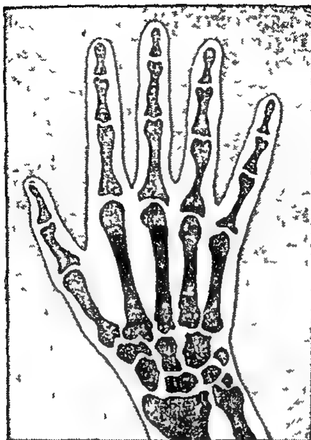
एक्स किरणो के गुण

एक्स किरणे प्रकाश किरणो की भाति विद्युत चुम्बकीय तरगे (Electro-magnetic waves) होती है। इनमे प्रकाश किरणा के प्राय सभी गुण पाए जाते है।

ये किरणे दिखाई तो नही देती पर ये सरल रेखा मे चलती है। इनका वेग प्रकाश के वेग के बराबर होता है। ये भी परावर्तन (Reflection), व्यतिकरण (Interference), विवर्तन (Diffraction) तथा ध्रुवण (Polarisation) की क्रियाएँ प्रदर्शित करते है।

प्रकाश तरगो से ये तरग लम्बाई के मामले मे भिन्न होती हैं। वस्तुत इनकी तरग लम्बाई (Wave length) प्रकाश तरगो की अपेक्षा कम होती है। प्रकाश किरणा की तरग लम्बाई 3900 से 7800 A U होती है जब कि X—किरणो की तरग लम्बाई 1 से 3 A U तक होती है।

ये विद्युत या चुम्बकीय क्षेत्र से प्रभावित नही होती। जिस गैस मे से ये गुजरती है, उसका आयनीकरण कर देती हैं।



हाथ का एक्स-रे चित्र

कम तरग दैर्घ्य होने के कारण ये बडी सक्रिय होती हैं। मिशाल के तौर पर इन्हे जस्ते की प्लेट पर डाला जाय तो ये इलेक्ट्रान उत्पन्न कर सकती है। यह क्रिया 'प्रकाश विद्युत प्रभाव' (Photo-electric effect) कहलाती है।

पदार्थो मे प्रवेश करने की इनकी शक्ति इनकी तरग लम्बाई पर निर्भर करती है। अधिक तरग लम्बाई वाली किरणें कम गहराई तक प्रवेश करती है। ये कोमल (Soft) X—किरणें कहलाती है। इनके विपरीत कम तरग लम्बाई वाली किरणें पदार्थो मे अधिक गहराई तक प्रवेश कर जाती है। इन्हे कठोर (Hard) X—किरणें कहते हैं।

एक्स किरणें प्रतिदीप्ति पदार्थों पर चमक उत्पन्न करती है तथा रासायनिक क्रिया करके फोटोप्लेट को प्रभावित कर देती है।

उपयोग के क्षेत्र

दैनिक जीवन के विभिन्न क्षेत्रो मे X-किरणें महत्वपूर्ण उपयोग की साबित हुई ह । उपयोग के प्रमुख क्षेत्र निम्न है ।

* एक्स-किरण चित्रण (Radiography)
* एक्स-किरण चिकित्सा (Radio Therapy)
* वैज्ञानिक अनुसधान (Scientific Researches)

प्रकाश की भाति एक्स किरणें फोटो फिल्म पर प्रतिबिम्ब बना सकती हैं । यदि हम एक्स किरणो के कम ऊर्जा स्रोत और फिल्म के बीच अपनी हथेली रख दे, तो हथेली की हड्डियो की फोटो फिल्म पर आ जायेगी । एक्स किरणो के इससी गुण का लाभ उठाया जाता है । शल्य क्रिया मे आपरेशन से पूर्व एक्स-रे फोटोग्राफ लिया जाता है । इससे हड्डी के टूटने, गोली लगने, पथरी आदि बनने की स्थिति का ठीक-ठीक पता लग जाता है । हड्डी जुड गई है या नही, इसका भी पता एक्स रे फोटोग्राफ से लग जाता है ।

भवनो अथवा पुलो मे प्रयुक्त लोहे की सहतीरो (girders) के आन्तरिक दोषो (दरारो, वायु के बुलबुलो आदि) का पता लगाने मे इन किरणो की मदद ली जाती है ।

बक्सो, कपडो अथवा शारीरिक अगो मे छुपाकर ले जा रही महगी धातुओ का पता भी कस्टम अधिकारी इन किरणो की मदद से लगाते है । विस्फोटक पदार्थों और नशीले द्रव्यो की भी पकड इनसे आसानी से हो जाती है ।

एक्स किरणो की वस्तुओ मे भेदन क्षमता का उपयोग कर असली और नकली हीरो की पहचान की जाती हे । सीप (oyster) मे मोती पडा है या नही, इसकी भी जानकारी इन किरणो से मिल जाती है ।

पुरानी पेंटिंग मे हो रहे परिवर्तनो का भी पता इनसे लगा लिया जाता है ।

अधिक ऊर्जा की एक्स किरणें कैंसर जैसे घातक रोगो के उपचार मे प्रयुक्त की जाती हैं, क्योंकि ये आयनन करने वाले विकिरण हैं । इनका मानव शरीर पर दीर्घ अनावरण (Long exposure) घातक हो सकता है ।

वैज्ञानिक अनुसधान मे भी ये किरणें अपनी महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं । क्रिस्टलो के सगठन, पदार्थ मे अणुओ, परमाणुओ की व्यवस्था के अध्ययन, तथा डी० एन० ए० जैसे जटिल अणु और साइटोक्रोम-सी के विशाल अणुओ के अध्ययन मे इनकी सहायता ली जाती है ।

परमाणुओं के नए क्षितिज

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

जब टूटता है परमाणुओ का पाश

भारत ही क्या, दुनिया के तमाम हिस्सो मे अति प्राचीन काल से समाज मे सोने के प्रति अत्यधिक मोह था। दूसरी धातुओ से सोना बनाने के नाम पर कुछ चालाक लोग अपनी कला से चमत्कृत कर लोगो को बरगलाते रहे। 'परस पत्थर' और 'अमृत' की खोज ही आधुनिक रसायन के आधार बने। पारे से सोना बनाने की कल्पना अत्यत रूमानी थी। समाज के धनिक लोग सोना प्राप्त करने के लिए कुछ भी कर सकते थे। जरा सोचिए, सोने के प्रति लोगो के मन मे कितना जबर्दस्त आकर्षण था कि वे बच्चो की बलि तक इसके बदले चढा सकते थे।

अलबेरूनी ने एक स्थल (साचो कृत अलबेरूनीज इण्डिया) पर लिखा है—'सोना बनाने के लिए मूख राजाओ की कोई सीमा नही। यदि उनमे से किसी एक को सोना बनाने की इच्छा हो, और लोग उसे यह परामश दें कि इसके लिए कुछ छोट-छोटे सुन्दर बालको का वध करना आवश्यक है तो वह राक्षस यह पाप भी करने से रुकेगा नही, वह उन्हे जलती आग मे फेंक देगा। क्या ही अच्छा हो, यदि इस बहुमूल्य रसायन विद्या को पृथ्वी की सबसे अंतिम सीमाओ से निर्वासित कर दिया जाय, जहाँ कि कोई इसे प्राप्त न कर सके।'

लेकिन न पारस मिला और न अमृत। सोना बनाने की कला मे पारगत लोग कीमियागर (अलकैमिस्ट) कहलाते थे और यह विद्या

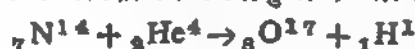
कीमिया यानी अल्कैमी। यद्यपि कीमियागर अन्य धातुओ से सोना बनाने के समय गलत दिशा मे प्रयास कर रहे थे, तथापि तरह-तरह के धातु प्रयोगो और धातु मिश्रणो से 'आधुनिक रसायन' की रूपरेखा तैयार होती गई और नई नई धातुओ से उनका परिचय होता गया। लेकिन वे स्वय धोखे मे रहे और स्वर्ण लोभ से पीडित लोगो को भी अरसे तक धोखे मे रखा।

आधुनिक रसायन प्रयोग वादी था। जो सिद्धात प्रयोग की कसौटी पर खरे उतरते, उन्हे ही मान्यता मिलती। फलत कीमिया धुधली पडती गई और अब तो सोना बनाने की रोमाचक विद्या मात्र इतिहास के पन्नो मे सिमट कर रह गयी है।

वास्तव मे 'पारस पत्थर' की कल्पना आशिक रूप मे इस 'नाभिकीय युग' (Nuclear Age) म जाकर कही सफल हुई जब पख्यात भौतिक विज्ञानी लार्ड अर्नेस्ट रदरफड (1917) ने एक तत्व (नाइट्रोजन) को दूसरे तत्व (आक्सीजन) मे परिवर्तित कर दिखाया। तत्वातरण (Transmutation) के रूप म रदरफड ने कीमियागरो के 'पारस' की कल्पना को साकार कर दिया था।

यद्यपि प्राकृतिक रेडियोधर्मी तत्वो मे यह क्रिया स्वत होती रहती है, जिसे हम 'तत्वातरण' या 'विघटन' कहते है, पर कृत्रिम साधनो से तत्वातरण की यह पहली घटना थी, जब रदरफड ने नाइट्रोजन को आक्सीजन परमाणुओ मे परिवर्तित कर दिखाया था।

रदरफड ने अपने प्रयोग मे रेडियोधर्मी पदाथ से उत्सर्जित होने वाले ऐल्फा कणो को नाइट्रोजन भरे सिलिडर मे से प्रवाहित किया। नाइट्रोजन के नाभिको से प्रोटान कण बाहर निकल गए और परिणाम यह रहा कि सिलिडर मे जो नाभिक बचे वे आक्सीजन परमाणुओ के नाभिक थे।



$$_7N^{14} + _2He^4 \rightarrow _8O^{17} + _1H^1$$

इस प्रक्रिया मे प्राप्त परमाणु आक्सीजन का एक समस्थानिक था जिसका परमाणु भार 17 था। इस तरह पहली बार कृत्रिम तत्वातरण या नाभिकीय विघटन की क्रिया रदरफड ने सफलता पूवक सम्पन्न की।

यद्यपि यह एक अत्यत दुरूह और जटिल क्रिया थी, 3,00,000 ऐल्फा कणो मे से कोई एक कण नाभिको से टकराता था, फिर भी रदरफर्ड सौभाग्य से इस दिशा मे सफल हुए और नाभिकीय भौतिकी (Nuclear Physics) के युग का शुभारभ हो पाया।

इस सफलता के बाद रदरफड ने चैडविक के साथ (1921-24) इस तरह के कई प्रयोग किए और यह प्रदर्शित कर दिखाया कि और भी कई हल्के तत्वो-बोरान से लेकर पोटशियम तक—मे ऐल्फा कणो की बौछार से तत्वातरण

की क्रिया करायी जा सकती है (अपवाद स्वरूप कार्बन और आक्सीजन को छोडकर), जिसमे एक तत्व दूसरे मे बदल जाता है और प्रोटानो का उत्सर्जन होता है।

इन प्रारम्भिक सफल प्रयोगो के बाद कई अन्य वैज्ञानिको ने ऐसी प्रक्रियाएँ सम्पन्न की। देखा गया कि भारी परमाणुओ का विघटन ऐल्फाकणो द्वारा नही किया जा सका क्योंकि धन आवेश के कारण धनावेशित नाभिक ने उन्हे वापस कर दिया।

हम जानते है कि परमाणु का सारा द्रव्यमान या ऊर्जा नाभिक मे ही केन्द्रीभूत रहती है अत उसको तोडने के लिए आवश्यक प्रक्षेप्य (Projectile) की ऊर्जा अत्यधिक होनी चाहिए। जब मूल कणो (जो प्रक्षेप्य के रूप मे इस्तेमाल किये जाते है) को त्वरित करने वाले साधनो का विकास हो गया तो कृत्रिम विघटन की प्रक्रिया सरल हो गई तो परमाणुओ का पाश तोडने मे 'मनु पुत्रो' ने वर्तमान शती मे समक्षता अर्जित की। और इस तरह पूरी हुई शतियो से चली आ रही हमारी 'पारस पत्थर' की खोज यात्रा।

आजकल प्रक्षेप्य के रूप मे ऐल्फा कण ही नही, न्यूट्रॉन, प्रोटॉन, ड्यूरेटॉन और इलेक्ट्रॉन इस्तेमाल किए जाते है। वैसे कई प्राकृतिक प्रक्षेप्य भी मौजूद है यथा कस्मिक किरणें, ऐल्का कण और गामा किरणे। इनके अतिरिक्त अन्य सभी कृत्रिम प्रक्षेप्य है जो या तो स्वय कृत्रिम तत्वातरण मे उत्पन्न होते है अथवा कृत्रिम साधनो से उत्पन्न किए जाते है। प्राकृतिक प्रक्षेप्यो की सबसे बडी खामी यह है कि ये हमारी नियत्रण क्षमता के बाहर है।

न्यूट्रान कृत्रिम प्रक्षेप्यो के सर्वोत्तम उदाहरण सिद्ध हुए है। चूकि न्यूट्रान आवेश रहित कण है, अत त्वरको (Accelerators) द्वारा उन्हे अन्य आवेशित कणो की तरह त्वरित (गति बढ़ाना) नही किया जा सकता।

एक खास बात यह है कि ये अधिक प्रभावी तब होते है जब इनकी गति धीमी होती है। लेकिन कृत्रिम त्वरण का अप्रत्यक्ष लाभ न्यूट्रानो को अवश्य मिलता है। उदाहरण के लिए जब ड्यूटेरान को कृत्रिम त्वरण द्वारा उच्च वेग प्रदान किया जाता है और लीथियम पर उनकी बमबारी जाती है तब वे अत्यधिक तीव्र वेग वाले न्यूट्रानो का भरपूर उत्सर्जन करते है जो फिर अन्य तत्वो की विघटन प्रक्रियाओ मे उपयोग मे लाए जाते है।

धीमी गति वाले न्यूट्रानो का प्रयोग नाभिकीय विखडन (Fission) मे तथा तीव्र गति वाले न्यूट्रानो का प्रयोग नाभिकीय विघटन (Disintegration) मे किया जाता है। चूंकि न्यूट्रान आवेश हीन और उच्च ऊर्जीय कण है, अत.

बिना विक्षेपित हुए ही ये धनावेशित नाभिको मे आसानी से प्रवेश कर जाते हैं और तोड देते है परमाणुओ के नाभिको का पाश। कदाचित यही कारण है कि ऐल्फा कणो अथवा प्रोटानो की अपेक्षा नाभिकीय विघटन मे न्यूट्रान सबसे उपयुक्त पाए गए है।

त्वरक मशीनें

विघटन प्रक्रियाओ मे इस्तेमाल किए जाने वाले प्रक्षेप्यो को उच्च ऊर्जा स्तर तक त्वरित करने के लिए कुछ उपकरण बनाए गए है जिनके कारण विघटन प्रक्रियाओ मे हमे अभूतपूर्व सफलता मिली है। ऐसे कुछ उपकरणो की संक्षिप्त चर्चा हम करेंगे।

साइक्लोट्रान (Cyclotron)

बर्कले इस्टिट्यूट, कैलीफोर्निया के प्रो० लारेंस (E O Lawrence) द्वारा 1932 मे आविष्कृत साइक्लोट्रॉन के द्वारा प्रोटॉन, ड्यूटेरॉन और ऐल्फा कणो को उच्च ऊर्जाओ तक त्वरित किया जाता है।

पहले साइक्लोट्रान की क्षमता प्रोटान कणो को 1 2 MeV तक त्वरित करने की थी। लारेंस और उनके सहयोगियो ने 1934-36 के दौरान दूसरा साइक्लोट्रान बनाया जिसकी मदद से ड्यूटेरानो को 8 MeV की ऊर्जा तक तथा ऐल्फा कणो को 16 MeV की ऊर्जा स्तर तक त्वरित किया जा सकता है। दुनियाँ भर की प्रयोगशालाओ मे निर्मित अधिकाश साइक्लोट्रॉन इसी मॉडल पर आधारित है। ऐसी कई मशीनें अमेरिका मे है। तीन मशीनें इग्लैंड मे हैं तथा कलकत्ता (भारत) समेत पेरिस, कोपेनहेगन, स्टाकहोम, लेनिनग्राद और टोक्यो जैसे शहरो मे भी एक-एक साइक्लोट्रॉन है। भारत मे डॉ० मेघनाद साहा ने साइक्लोट्रॉन बनाया था, जो कलकत्ते मे स्थापित है।

लारेंस और उनके साथियो ने 1937 मे एक और बडा साइक्लोट्रान बनाया जो प्रोटानो को 8MeV, ड्यूटेरानो को 16 MeV और ऐल्फा कणो को 38 MeV तक की ऊर्जाओ तक त्वरित करने मे सक्षम है। प्रयोग मे लाए जा रहे सभी ऐसी मशीना मे यह बडा है।

और शक्तिशाली मशीनें

इधर हाल मे वर्षों मे और भी शक्तिशाली मशीनें ईजाद हुई हैं जो साइक्लोट्रान की अपेक्षा कही अधिक सक्षम हैं। ये प्रक्षेप्यो का इस स्तर तक त्वरित कर देती हैं कि इनके द्वारा उत्पादित प्रक्षेप्यो की तुलना हम ब्रह्माडीय किरणो से कर सकते हैं।

सिनक्रो साइक्लोट्रॉन (Synchro Cyclotron)

कई साइक्लोट्रानो के निर्माण के उपरान्त लारेंस ने 1946 मे एक और शक्तिशाली मशीन बनायी। सिनक्रो साइक्लोट्रान की मदद से ड्यूटेरानो को 200 MeV, ऐल्फा कणो को 400 MeV तथा प्राटोनो को 350 MeV तक की ऊर्जाओ तक त्वरित किया जा सकता है। ऐसी कई मशीनें अमेरिका मे कार्यरत हैं। मेसानो के उत्पादन के लिए ये मशीनें प्रयुक्त की जा चुकी है।

बीटाट्रॉन (Betatron)

सबसे पहले डॉ० वाल्टन (Walton, 1922) ने इसका सिद्धात सुझाया था। डॉ० केर्स्ट (D W Kerst) ने 1941 मे पहला बीटाट्रॉन बनाया। चूंकि चुम्बकीय क्षेत्र के परिवर्तन से उत्पन्न वैद्युत क्षेत्र के सम्प्रयोग से इसके द्वारा इलेक्ट्रानो को त्वरित किया जाता है अत इसे प्रेरण त्वरक (Induction accelerator) भी कहते है।

अधिकाश बीटाट्रान इलेक्ट्रानो को 2 MeV से लेकर 100 MeV तक की ऊर्जा तक त्वरित कर सकते हैं। अमेरिका की जेनरल इलेक्ट्रिक कम्पनी ने 130 टन वजनी जिस बीटाट्रॉन का निर्माण 1945 मे किया था, वह इलेक्ट्रानो को 100 MeV तक त्वरित कर सकता है। बीटाट्रानो के जरिए त्वरित कणो की अधिकतम ऊर्जा क्षमता 500 MeV तक है।

बीटाट्रॉन के जरिए प्राप्त 100 MeV क्षमता के इलेक्ट्रानो की बमबारी से मेसानो की उत्पत्ति सभव हुई है तथा तत्वातरण मे भी अद्भुत सफलताएँ मिली हैं। इसकी मदद से ताँबे (Cu) को निकल (Ni) मे तथा चादी (Ag) को कैडमियम (Cd) और पैलेडियम (Pd) मे परिवर्तित करना सभव हो सका है।

बीवाट्रॉन (Bevatron)

बीवाट्रॉन या 'प्रोटान-सिनक्रोट्रॉन' की मदद से प्रोटानो को त्वरित किया जाता है। सैद्धांतिक रूप से यह बीटाट्रान से काफी मेल खाता है। बीवाट्रान सर्वाधिक शक्ति सम्पन्न मशीन है। सबसे पहले मैकमिलन (1945) ने ऐसी मशीन की युक्ति सुझायी थी। बरमिंघम विश्वविद्यालय मे 1300 MeV क्षमता वाले बीवाट्रान का निर्माण किया गया है। 6,000 MeV क्षमता सम्पन्न बीवाट्रान कैलीफोर्निया विश्वविद्यालय मे निर्माणाधीन है। उम्मीद की जाती है कि ऐसी मशीन के बन जाने पर प्रयोगशाला की चार दिवारी से प्रोटानो और न्यूट्रानो की उत्पत्ति सभव होगी। इतना ही नही, कदाचित सब मेसान कण, जो केवल ब्रह्माड विकिरणो मे ही मिलते हैं, भी उत्पादित किए जा सकें।



एनरिको फर्मी (1901 1954) जिनके निर्देशन मे 1942 मे शिकागो विश्वविद्यालय मे ससार की पहली परमाणु भट्टी बनायी गई

जब टूटता है परमाणुओ का पाश

हम जान चुके हैं कि रदरफर्ड ने ऐल्फा कणो की बौछार से नाइट्रोजन को आक्सीजन के नाभिको मे परिवर्तित कर दिया था। तत्वातरण की इस सफलता से वस्तुत परमाणुओ का पाश तोडने की कुंजी हमारे हाथ लगी।

फिर अन्य खोजियो ने अन्य मूल कणो की मदद से विघटन प्रक्रियाएँ सम्पन्न की।

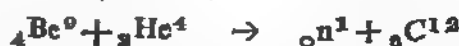
क्रोकक्राफ्ट तथा वाल्टन ने लीथियम पर तीव्र वेग वाले प्रोटानो का प्रयोग कर कृत्रिम विघटन किया।



$$_{3}Li^{7} + _{1}H^{1} \rightarrow 2\ _{2}He^{4}$$

लारेंस और लिविंग्स्टन ने इन कणो का वेग साइक्लोट्रॉन के जरिए और बढाया तथा कई तत्वो का कृत्रिम विघटन किया।

ड्यूटेरॉन भी इस्तेमाल किए गए पर इस प्रक्रिया मे न्यूट्रॉन का कोई मुकाबला नही। ऐल्फाकणो द्वारा बेरीलियम पर बौछार करके न्यूट्रॉनो की खोज चैडविक (1932) ने की थी।



$$_{4}Be^{9} + _{2}He^{4} \rightarrow _{0}n^{1} + _{6}C^{12}$$

उदासीन होने के कारण, अन्य प्रक्षेप्यो की तुलना मे, धनात्मक नाभिक को अदर तक भेद सकने मे ये अधिक सक्षम है। मद गति वाले न्यूट्रानो की परमाणु नाभिको की भेदन क्षमता का तो कोई जवाब नही।

सर्वप्रथम फेदर (Feather, 1933) ने न्यूट्रॉन के द्वारा नाइट्रोजन को तत्वांतरित किया।



$$_{7}N^{14} + _{0}n^{1} \rightarrow _{5}B^{11} + + _{2}He^{4} + Q$$

फिर लिज माइत्नर, फिलिप, हार्किन्स, बोनर, ब्रूबेकर ने न्यूट्रानो की मदद से कई तत्वो मे सफल विघटन प्रक्रिया सम्पन्न की। न्यूट्रॉनो की बदौलत प्राय सभी तत्वो मे तत्वांतरण समव है। कुछ तत्वो के लिए तेज गति वाले न्यूट्रानो की जरूरत होती है तो कुछ मामलो मे मद गति वाले न्यूट्रॉनो से विघटन क्रिया हो जाती है। अधिकाश स्थितियो मे रेडियोधर्मी तत्व बनते है।

फर्मी ने न्यूट्रानो की बौछार से स्थायी तत्वो को भी रेडियोधर्मी तत्वो मे बदल दिया। फर्मी ने ही यह भी लक्ष्य किया कि हाइड्रोजनीय पदार्थों (यथा पानी या पैराफिन) से गुजार कर यदि न्यूट्रॉनो की गति मद कर दी जाय तो सम्पन्न हो रही विघटन प्रक्रिया की सक्षमता काफी बढ जाती है।

विघटन प्रक्रिया मे बहुत अधिक मात्रा मे ऊर्जा का भी उत्सर्जन होता है जो कई तरह से प्रयोग की जा सकती है। वस्तुत परमाणुओ के विघटन से उत्सर्जित ऊर्जा ही आगे चलकर परमाणु विद्युत और परमाणु बम का आधार बनी।

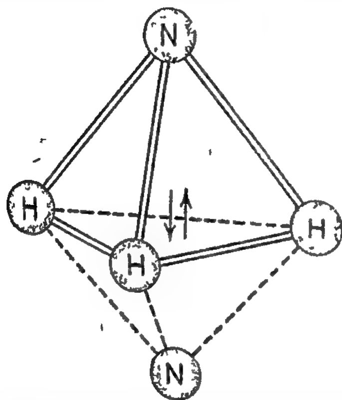
परमाणु मापते हैं काल

समय के साथ-साथ घडियो के प्रारूप बदलते गए। समय को अत्यत शुद्धता के साथ बताने वाली घडियाँ आविष्कृत हुइ। समय का पहिया घूमता रहा और मानव धूप-घडियो के युग से आज परमाणु घडियो के युग मे प्रवेश कर चुका है। जी हाँ, घडियो की दुनिया मे सबसे नया नाम है परमाणु घडी (एटॉमिक क्लॉक) यानी ऐसी घडी जो विश्व की सभी घडियो से अधिक सही समय देती है और यह सही समय इस सीमा तक सही होता है कि यह घडी छ हजार वर्षों मे एक सैकण्ड आगे-पीछे हो सकती है। परमाणु घडी वस्तुत विद्युत् घडी है जो परमाणुओ के आतरिक कम्पनो से नियन्त्रित होती है।

पहली परमाणु घडी 1949 ई० मे बनाई गई थी जिसमें अमोनिया अणु प्रयोग किया था। इसे सयुक्त राज्य अमेरिका के ब्यूरो ऑफ स्टैण्डर्डस ने बनाया था। परमाणु-घडी के आविष्कारक अमेरिकी वैज्ञानिक डॉ० हैलाड थे।

अमोनिया अणु द्वारा निर्मित परमाणु घडी को समझने के लिए अमोनिया की सरचना समझनी होगी। अमोनिया अणु की रचना पिरामिड जैसी होती है जिसके शीष पर नाइट्रोजन का एक परमाणु और हाइड्रोजन के तीन परमाणु स्थित होते हैं। उच्च आवृत्ति की रेडियो तरगो द्वारा अमोनिया गैस को उत्तेजित करने पर उसके नाइट्रोजन परमाणु तेजी से इधर-उधर कम्पन करने लगते हैं।

कम्पनों से उत्पन्न ऊर्जा को विद्युत् घडी म पहुँचा कर उससे समय देखा जाता है। अमोनिया अणु द्वारा नियंत्रित परमाणु घडी मे सैकडो वर्षो मे सैकेण्ड का फर्क उत्पन्न हो सकता है। आधुनिक परमाणु घड़ियों में सीजियम के परमाणु एक सैकेण्ड मे 9,19,26,31,770 बार कम्पन करते है। कम्पन गति मे कोई अंतर नही पडता अत सीजियम परमाणु-घडियाँ इतना परिशुद्ध समय बताती हैं।



पिरामिड सरीखी अमोनिया अणु की सरचना जिसके शीर्ष पर नाइट्रोजन (N) का एक परमाणु और आधार के कोनो पर हाइड्रोजन (H) के तीन परमाणु कम्पित होते हैं, कम्पन की स्थिति तीरा द्वारा प्रदर्शित है। प्रारंभ मे अमोनिया अणु द्वारा सचालित परमाणु घडी बनाई गई

परमाणु घडियों की परिशुद्धता को देखकर वैज्ञानिको ने सैकण्ड की परिभाषा बदल दी है। एक 'सौर माध्य दिन' मे 86,400 सैकण्ड होते हैं अर्थात् सैकण्ड, सौर माध्य दिन का 86,400वा हिस्सा है। पर अब नई परिभाषा के

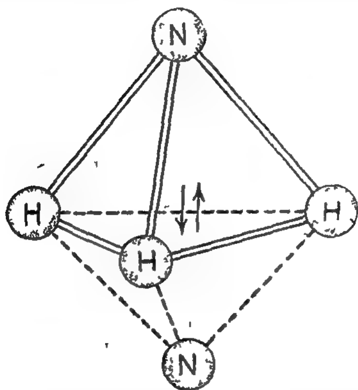
परमाणु मापते हैं काल

समय के साथ-साथ घडियो के प्रारूप बदलते गए। समय को अत्यत शुद्धता के साथ बताने वाली घडियाँ आविष्कृत हुई। समय का पहिया घूमता रहा और मानव धूप-घडियो के युग से आज परमाणु घडियो के युग मे प्रवेश कर चुका है। जी हा, घडियो की दुनिया मे सबसे नया नाम है परमाणु घडी (एटॉमिक क्लॉक) यानी ऐसी घडी जो विश्व की सभी घडियो से अधिक सही समय देती है और यह सही समय इस सीमा तक सही होता है कि यह घडी [illegible] हजार वर्षो मे एक सैकण्ड आगे-पीछे हो सकती है। परमाणु घडी वस्तुत विद्युत् घडी है जो परमाणुओ के आतरिक कम्पनो से नियत्रित होती है।

पहली परमाणु घडी 1949 ई० मे बनाई गई थी जिसमे अमोनिया अणु प्रयोग किया था। इसे सयुक्त राज्य अमेरिका के ब्यूरो ऑफ स्टॅण्डर्डस ने बनाया था। परमाणु-घडी के आविष्कारक अमेरिकी वैज्ञानिक डॉ० हैलाड थे।

अमोनिया अणु द्वारा निर्मित परमाणु घडी को समझने के लिए अमोनिया की सरचना समझनी होगी। अमोनिया अणु की रचना पिरामिड जैसी होती है जिसके शीर्ष पर नाइट्रोजन का एक परमाणु और हाइड्रोजन के तीन परमाणु स्थित होते हैं। उच्च आवृत्ति की रेडियो तरगो द्वारा अमोनिया गैस को उत्तेजित करने पर उसके नाइट्रोजन परमाणु तेजी से इधर-उधर कम्पन करने लगते हैं।

कम्पनों से उत्पन्न ऊर्जा को विद्युत् घडी में पहुँचा कर उसमे समय देखा जाता है। अमोनिया अणु द्वारा नियन्त्रित परमाणु घडी मे सैकडो वर्षो मे सैकेण्ड का फर्क उत्पन्न हो सकता है। आधुनिक परमाणु घडियो में सीजियम के परमाणु एक सैकेण्ड मे 9,19,26,31,770 बार कम्पन करते है। कम्पन गति मे कोई अतर नही पडता अत सीजियम परमाणु-घडियाँ इतना परिशुद्ध समय बताती हैं।



पिरामिड सरीखी अमोनिया अणु की सरचना जिसके शीर्ष पर नाइट्रोजन (N) का एक परमाणु और आधार के कोनो पर हाइड्रोजन (H) के तीन परमाणु कम्पित होते हैं, कम्पन की स्थिति तीरो द्वारा प्रदर्शित है। प्रारभ मे अमोनिया अणु द्वारा सचालित परमाणु घडी बनाई गई

परमाणु घडियो की परिशुद्धता को देखकर वैज्ञानिको ने सैकण्ड की परिभाषा बदल दी है। एक 'सौर माध्य दिन' में 86,400 सैकण्ड होते हैं अर्थात् सैकण्ड, सौर माध्य दिन का 86,400वा हिस्सा है। पर अब नई परिभाषा के

अनुसार सेकण्ड दिन का 86,400वाँ हिस्सा नही, बल्कि वह समय है जिसमे सीजियम का परमाणु 9,19,26,31,770 बार कपन करता है। सेकण्ड को अब 'परमाण्वीय सैकण्ड' नाम से सम्बोधित किया जाता है और इस 'समय प्रणाली' को 'परमाण्वीय समय' कहा जाता है।

उल्लेखनीय है कि परमाणु घडियाँ आयु अथवा वायु मडल से कतई नही प्रभावित होती।

सभ्यता के ऊषा काल से लेकर आज तक हमने जितनी घडियाँ आविष्कृत की है, ये सभी (यानी जल घडी, रेत घडी, यात्रिक घडी, और यहाँ तक परमाणु घडी आदि) घडिया वर्तमान का ही आकलन कर सकती हैं। हम अपने अतीत मे झाकना चाहे तो इनसे कदापि ऐसा कुछ भी सभव नही है। ऐतिहासिक काल-निर्धारण मे इन घडियो की कोई उपयोगिता नही है। खुदाई मे मिले जीवो के अवशेषो से हम-आप उस युग की तमाम बातो को जान सकते है, उस काल की संस्कृतियो पर भी वे अवशेष प्रकाश डालते हैं पर उनके सही-सही काल का अनुमान नही किया जा सकता। मात्र अटकलबाजी लगाई जा सकती है। सौभाग्य से हमारे हाथ ऐसी घडी लग गई है जिससे समूची जैव विकास की शृखला जोडी जा सकती है। शुक्र है—प्रो० लिबी का जिन्होंने काल-निर्धारण की 'रेडियो-कार्बन पद्धति' की खोज की। इस विधि को रेडियो-कार्बन डेटिंग (रेडियो-कार्बन काल-मापन) कहते हैं। भू-विज्ञान, मौसम विज्ञान, समुद्र-विज्ञान (ओसनोग्राफी), पुरातत्व (आर्कियोलाजी) आदि अनेक शाखाओ मे काल-मापन मे इस विधि से लाभ उठाया जा रहा है। रेडिया कार्बन द्वारा काल निर्धारण की पद्धति (Radio Carbon Dating) के विकास के लिए प्रो० लिबी को 1960 ई० मे नोबेल पुरस्कार भी प्रदान किया गया।

रेडियो कार्बन घडी का सिद्धान्त

अब आइए, देखे, रेडिया कार्बन घडी काय कैसे करती है? वैज्ञानिको का मत है कि सुदूर अतरिक्ष से अतरिक्ष किरणे (कास्मिक रेज) हमारी धरती के वायुमण्डल मे प्रवेश करती रहती है। ये अन्तरिक्ष किरणें वायुमण्डल की गैसो से टकराती है। गैसो के परमाणुओ की टकराहट से न्यूट्रान कण उत्पन्न होते है। ये तीव्रगामी न्यट्रान नाइट्रोजन के परमाणुओ को रेडियोधर्मी कार्बन मे परिवर्तित कर देते है। रेडियो धर्मी कार्बन वह कार्बन है जिसका परमाणु भार 14 होता है। सामान्य कार्बन का परमाणु भर 12 होता है। अत अतरिक्ष किरणो और नाइट्रोजन की अभिक्रियाओ के फलस्वरूप निर्मित कार्बन को 'कार्बन–14' (C-14) से सम्बोधित करते है। यह कार्बन कणा के समस्थानिक

(आइसोटोप) कहलाते है। इनमे रेडियो धर्मिता (रेडियो एक्टिविटी) का गुण आ जाता है अर्थात् इनके विघटन (क्षय) से किरणें निकलती ह और इसी गुण का उपयोग कर काल-निर्धारण किया जाता है। प्रकृति के अन्य मूल तत्वो—यूरेनियम, रेडियम आदि मे भी क्षय वाला गुण पाया जाता है यानी वे भी रेडियोधर्मी होते है।

ये रेडियो कार्बन वायु की आक्सीजन से क्रिया करके काबनडाइआक्साइड गैस बनाती है। रेडियो कार्बन के प्रभाव से वायुमण्डल की सारी कार्बन डाईआक्साइड रेडियो सक्रिय हो जाती है। पौधे अपना भोजन बनाने के लिए ग्रहण की गई काबन डाइआक्साइड के माध्यम से रेडियो कावन प्राप्त करते रहते है।

पौधो से यह जन्तुओ के शरीर मे प्रवेश करता है। चूकि पशु अपना कावन अश पौधो से ही प्राप्त करते है, अत पौधो के ऊतको मे पहले से मौजूद रेडियो कार्बन जन्तुओ को मिल जाता है।

अनुसधान बताते है कि वायुमडल मे रेडियो कार्बन की मात्रा मे कोई विशेष घट-बढ नही होती क्योकि इनके विघटन (क्षय) और जीवो के शरीर मे इनके ग्रहण की दर मे लगभग साम्य रहता है। इसको यो समझा जा सकता है। पौधे जीवित अवस्था मे ग्रहण की गई रेडियो काबन का जितना क्षय करते है, उतना वे वायुमण्डल से प्राप्त कर लेते है अर्थात् जीवधारियो के जीवन-काल मे उनके शरीर मे उपस्थित कावन की मात्रा मे कोई अन्तर नही पडता, पर मृत्यु के पश्चात् रेडियो कार्बन के ग्रहण करने की प्रक्रिया तो रुक जाती है। मात्र उसका विघटन ही जारी रहता है। समय के साथ विकिरण (क्षय) की मात्रा मे कमी पडने लगती है। ताजा 'कावन—14' के साथ इस दुबल पड गए 'कार्बन–14' की तुलना करके पौधो या जन्तु अवशेषो का काल निर्धारित किया जा सकता है।

विकिरण की शक्ति गाइगर काउण्टर से मापी जाती है। चूकि रेडियो सक्रिय तत्वो का अद्ध जीवन काल (हाफ लाइफ) ज्ञात है, अत इस ज्ञान का उपयोग कर अवशेष की आयु ज्ञात हो जाती है। ज्ञातव्य है कि रेडियो कार्बन की अर्ध आयु लगभग 5598 (5568 + 30) वष है। इसका मतलब यह हुआ कि रेडियो काबन के एक परमाणु का आधा भाग लगभग 5598 वष मे नष्ट हो जाता है। इस प्रकार रेडियो कार्बन की आधी मात्रा 5598 वर्ष की प्रत्येक उत्तरोत्तर अवधि की समाप्ति पर नष्ट होती रहती है। अगले 5598 वर्षो मे इसकी चौथाई मात्रा नष्ट होगी और फिर 5598 वर्षों मे उसका एक आठवा भाग नष्ट होगा और इसी क्रम मे यह प्रक्रिया चलती रहेगी। गणना की जाय

तो पता चलता है कि किसी जीव की मृत्यु के लगभग 33000 वर्ष बाद रेडियो कार्बन की मूल मात्रा का 1/64 भाग उसमे शेष रह जाता है। जो वस्तु जितनी पुरानी होगी उसमे क्षय उतनी ही कम होगी। यदि पौधे अपने मूल रूप म न भी रहे, अर्थात् उनसे उपयोगी वस्तुओ का निर्माण कर लिया गया हो तो भी उन वस्तुओं म विद्यमान रेडियो कार्बन की रेडियो सक्रियता की ताजे रेडियो कार्बन से तुलना करके उस वस्तु का काल निर्धारण किया जा सकता है।

जीवो के विनाश यानी मृत्यु के साथ 'रेडियो कार्बन घडी' चालू हो जाती है क्योकि रेडियो कार्बन का वायुमण्डल से ग्रहण रुक जाता है। उसका क्षय होना प्रारम्भ हो जाता है और रेडियो कार्बन के क्षय के साथ 'रेडियो कार्बन घडी' सक्रिय हो उठती है।

व्यावहारिक उपयोग

रेडियो कार्बन घडी मात्र सैद्धांतिक ही नही है, इसकी सत्यता के कई प्रत्यक्ष प्रमाण मिले हैं और पुस्तको मे वर्णित तिथियो की पुष्टि भी इस पद्धति से हो चुकी है। उदाहरण के लिए कुछ रोचक तथ्यो का जिक्र करना जरूरी है।

बाइबिल मे वर्णित प्राचीर वाला नगर जैरिको 9,000 वर्ष पुराना पाया गया है। मिस्र के पिरामिडो की आयु का अनुमान 5,000 वर्ष किया जाता था, रेडियो कार्बन विधि से इसकी पुष्टि हुई है। मिस्र के फेरो की समाधि मे मिली नाव की आयु 3750 वर्ष कूती गई थी जो रेडियो कार्बन पद्धति से 3750 वर्ष पाई गई।

ऐसा अनुमान था कि उत्तरी गोलार्ध की अन्तिम हिमनदी लगभग 11000 वर्ष पहले प्रकट हुई थी, रेडियो कार्बन विधि ने इसकी पुष्टि भी की है। विस्कांसिन मे भूमि के नीचे एक जगल दबा हुआ था। सभी वृक्ष एक ही दिशा मे लेटे हुए पडे थे। ऐसा लगता था मानो हिम नदी द्वारा जगल दब गया हो। वहाँ से प्राप्त लकडी के काल का निर्धारण जब रेडियो कार्बन विधि से किया गया तो ज्ञात हुआ कि ये वृक्ष 11000 वर्ष पूर्व मर चुके थे।

इतना ही नही, इस विधि से और भी तमाम ऐतिहासिक तथ्यो की पुष्टि हुई है, नये तथ्य उजागर हुए है। एक घटना का जिक्र बडा रोचक है। अमेरिका के बहुत से जल-उद्यानो मे खिले गुलाबी कमल देखे जा सकते हैं। आप कहेगे, भला इसमे आश्चर्य की क्या बात है? मगर ये कोई साधारण फूल थोडे ही ह। ये जिन बीजो से उगे हैं, वे 1000 वर्ष पुराने बीज हैं। ये बीज एक सूखी झील के अदर कीचड मे दबे मिले थे। रेडियो कार्बन विधि से उनकी आयु

परमाणु और खाद्य परिरक्षण

खेतो, खलिहानो से लेकर हमारे मेज की थाली तक आने मे खाद्य पदार्थों को नाना प्रकार के रोगाणुओ का शिकार होना पडता है। सूक्ष्म जीव (Microbes), जीवाणु (Bacteria), फफूदी (Fungi), विषाणु (Virus) आदि इन्हे सडाते-गलाते ही रहते हैं। खाद्य-सामग्रियाँ तरो-ताजा और सदूषण मुक्त बनी रहे, इस नाते आरभ से ही हमने खाद्य को परिरक्षित करने की विधियाँ खोज निकाली है। इन पुरानी तरकीबो मे अनाजा, फलो, सरकारियो को सुखाना, उबालना, या फिर नमक, तेल-मसाले, शक्कर मिलाकर डिब्बो मे बद रखना और कुछ को बडे-बडे बतनो या कोठरियो मे भडारित करना शामिल है। फिर भी परिरक्षण की पक्की और पूण गारटी नही। कदाचित इसी नाते इस दिशा मे नित अनुसधान हो रहे हैं और खाद्य परिरक्षण की नई-नई युक्तियाँ तलाशी जा रही है।

आगे चलकर शीतगृहो और प्रशीतको (Refrigerators) का भी उपयोग किया जाने लगा। मगर परमाणुओ ने इस क्षेत्र मे कमाल कर दिखाया है। परमाणु नाभिको से निकलने वाले विकिरण खाद्य पदार्थो की रक्षा करते है। एक सीमा के अतगत विकिरणो की मात्रा इन्हे देने से या तो सभी आक्रामक सूक्ष्म जीव, जीवाणु आदि मर जाते हैं अथवा उनकी बाढ कम हो जाती है और इस तरह लम्बी अवधि तक खाद्य सामग्रिया सुरक्षित रह सकती हैं। खास बात यह है कि इन विकिरणो के प्रभाव से उनकी 'गुणवत्ता' (फूड

वैल्यू) भी नष्ट नही होती। पोषकता ही नही, उनके स्वाद और गध मे भी कोई कमी नही आती।

रेडियो समस्थानिक 'कोबाल्ट–60' से निकलने वाले गामा विकिरण का उपयोग कर खाद्य परिरक्षण किया जाता है। परिरक्षित की जाने वाली खाद्य सामग्री पर आवश्यकतानुसार गामा विकिरण डाले जाते हैं।

विकिरण मापन की इकाई 'रैड' कहलाती है। किसी वस्तु के एक ग्राम मे 100 अर्ग शक्ति के बराबर विकिरण की शोषित मात्रा एक रैड कहलाती है।

विकिरणो की अल्पमात्रा (3 लाख 'रैड' तक) डालने से ये घातक जीव पूरी तरह से नष्ट तो नही होते पर उनकी बाढ रुक जाती है और खाद्य सामग्री लगभग तिगुने समय तक सुरक्षित बनी रहती है।

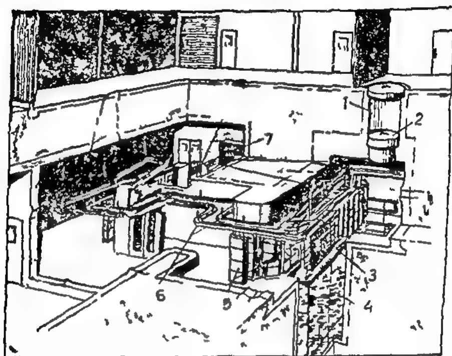
इसके विपरीत विकिरण की उच्च मात्रा (40-50 लाख रेड) डालने से आक्रमणकारी जीवाणु पूरी तरह से नष्ट हो जाते है। फिर तो खाद्य सामग्री वर्षों तक सुरक्षित रह सकती है।

विकिरण देते समय यह ध्यान रखना जरूरी होता है कि खाद्य सामग्री को किस जीव विशेष से मुक्त करना है। चूकि एक ही मात्रा से सभी जीव नष्ट नही होते अत अलग-अलग जीवो को नष्ट करने के लिए विकिरणो की अलग-अलग मात्राएँ जरूरी है। विशेषत विषाणुओ के लिए विकिरणो की उच्च मात्रा की आवश्यकता पडती है। बीटा अथवा गामा विकिरणो की कम मात्रा देने को पाश्चुरीकरण (Pasteurization) तथा इन्ही विकिरणो की अधिक मात्रा (Higher dose) देने को निर्जीवीकरण (Sterilization) कहते है। पाश्चुरीकरण मे खाद्य सामग्री को प्राय 200,000 से लेकर 500,000 रैड के विकिरण की मात्रा आवश्यक होती है। खाद्यान्नो के कीडो-मकोडो को निष्क्रिय करने के लिए 20,000 से 50,000 रैड विकिरण की आवश्यकता पड सकती है तो फूलो के अदर के कीडो को नष्ट करने के लिए 50,000 रैड विकिरण प्रभावी होगे।

इसके साथ इस बात का भी ध्यान रखना होता है कि विकिरणो के प्रभाव से खाद्य सामग्रियो मे कही ऐसे परिवर्तन तो नही हो रहे है जो विषैले हो। अत हर तरह की खाद्य सामग्रियो पर अलग-अलग परीक्षण करके उनकी मात्राएँ निर्धारित की गई है जिनसे खाद्य परिरक्षित किए जाते हैं।

दुनिया का सबसे पहला 'खाद्य विकिरण सयत्र' माट्रियल (कनाडा) मे स्थापित हुआ था। अब तो प्राय सभी उन्नत परक राष्ट्रो मे ऐसे सयत्र स्थापित किए जा चुके है। भाभा परमाणु अनुसधान केंद्र, बम्बई मे भी ऐसा केंद्र

स्थापित किया गया है, जहाँ कोबाल्ट-60 के विकिरणो के प्रयोग से प्याज अन्य कदो तथा बहुत से फलो को किरणित करके वाणिज्यिक स्तर पर लम्बे समय तक सुरक्षित रखने के लिए युक्तियाँ विकसित की गई है।



'कोबाल्ट—60' से विकिरण से खाद्य परिरक्षित करने का सयत्र
1 शील्डिंग पूल मे कोबाल्ट-60 प्रवेश कराने वाला द्वार
2 शील्ड प्लग 3 कोबाल्ट-60, 4 पानी, 5 खाद्य
समाग्री, 6 कन्वेयर 7 कन्ट्रोल

खाद्य विकिरणो पर जब अनुसधान कार्य शुरू हुआ था तो इसके विरोधियो की भी कमी नही थी। उनकी दलील थी कि विकिरित खाद्य घातक है और बीमारियो को जन्म देंगे पर प्रयोगो ने सिद्ध कर दिया कि विकिरण अत्यन्त निरापद हैं और पैक खोलते ही विकिरण का प्रभाव समाप्त हो जाता है। फिर हजारो जन्तुओ को प्रयोगशालाओ में विकिरित खाद्य दिए गए और उनके अहानिकारक पाये जाने पर मनुष्यो पर भी इनकी आजमाइश की गई। कहना न होगा कि ये विषाक्त नही थे। फिर विभिन्न प्रयोगो मे हर खाद्य

सामग्री के लिए दिए जाने वाले विकिरण की मात्रा निर्धारित की गई और धीरे धीरे खाद्य परिरक्षण का यह तरीका आम चलन में आ गया।

आज चाहे आम हो या सेब, अमरूद हो या चीकू या सिंगले, प्याज, आलू, मटर, सेम या मशरूम और यहाँ तक कि मांस, मछली और अंडे भी विकिरणों के जरिए परिरक्षित किए जाते हैं और उन्हें सावधानी से डिब्बों में बन्द करके दूसरे देशों को निर्यात किया जाता है। निस्सदेह खाद्य परिरक्षण का यह तरीका व्यापारिक महत्व का साबित हुआ। इस तरह परमाणु मानव सेवा में अपनी भूमिका अदा कर रहे हैं।

—

रेडियो समस्थानिक : उपयोग के विविध क्षेत्र

हम जान चुके है कि अस्थिर नाभिक स्थायित्व प्राप्त करने के लिए विकिरणो का उत्सजन करते रहते है। तत्वो की यह प्रकृति उन्हे अपने किसी समस्थानिक मे बदल देती है। अस्थिर समस्थानिक को रेडियोधर्मी समस्थानिक या सक्षेप मे रेडियो समस्थानिक (Radio isotope) कहते ह। लगभग 2000 स्थिर और रेडियो धर्मी आइसोटोपो की पहचान हम कर चुके हैं।

चूकि ये समस्थानिक चिकित्सा, उद्योग, विज्ञान, धातु कर्म, कृषि आदि विविध क्षेत्रो मे अपनी महत्वपूर्ण भूमिका निभाते है, अत परमाणु भट्टियो मे कृत्रिम रूप से इनका उत्पादन किया जाता है। ये कृत्रिम रेडियो समस्थानिक कहलाते है। आज हमारे पास प्राय सभी तत्वो के रेडियो समस्थानिक ज्ञात है। इनमे से अधिकाश का निर्माण तत्वो के नाभिको पर मद गति वाले न्यूट्रानो की बौछार करके किया जाता है। एक रेडियो समस्थानिक के भी वही गुण होते है, जो उस मूल तत्व के स्थिर समस्थानिक के होते है।

रेडियो समस्थानिको से उत्सर्जित ऐल्फा या बीटा कण एक तरह के आयननकारी विकिरण (ionizing radiation) हैं, अत ये जिस पदाथ से होकर गुजरते है, उसके परमाणुओ के इलेक्ट्रानो को अपनी उच्च ऊर्जा से धकेल कर बाहर कर देते है। रेडियो समस्थानिको का यह आयनकारी प्रभाव कैंसर जैसी भयकर व्याधियो के इलाज मे लाभकारी सिद्ध हुआ है। कैंसर वस्तुत तेजी

से और अनियमित रूप से वृद्धिकारी कोशिकाओ का प्रतिफल होता है, अत इन विकिरणो से कैसर ग्रस्त कोशिकाओ को नष्ट किया जा सकता है। आजकल रेडियम, कोबाल्ट और सीजियम के रेडियो समस्थानिको का उपयोग कैसर के इलाज मे होता है। चूकि आयनीकृत परमाणु रासायनिक प्रक्रियाओ से अपने आस-पास के अणुओ को भी प्रभावित कर देते हैं, अत ये जीवधारियो के लिए घातक भी हैं। इनके प्रयोग मे बडी सावधानी बरतने की जरूरत पडती है।

पालीसाइथीमिया वेरा एक ऐसा रोग है जिसमे शारीरिक रक्त के आयतन मे अनियमित बढोत्तरी हो जाती है और लाल रक्त कणिकाओ की सख्या भी बढ जाती है। इसके इलाज मे फास्फोरस का एक रेडियो समस्थानिक (P-32) उपयोगी सिद्ध हुआ है। रोगी को इसकी मात्रा पिला देने से इसका अधिकाश रक्त द्वारा अवशोषित कर लिया जाता है। इसके द्वारा विकिरित होने वाली बीटा किरणें अस्थि मज्जा (Bone Marrow) को प्रभावित कर देती हैं और लाल रक्त कणिकाओ की उत्पत्ति रुक जाती है और इस तरह रोग पर काबू पा लिया जाता है।

रेडियो समस्थानिक अपने मूल समस्थानिको जैसा ही गुण प्रदर्शित करते हैं। यदि शरीर मे इनकी मात्रा पहुँचा दी जाय तो ये उसी माग का अनुसरण करेंगे, जिससे होकर उसका स्थिर समस्थानिक गुजरता है। आयोडीन जैसे कुछ तत्वो के शरीर के कुछ हिस्सो म जमाव से वे अग ठीक से काम करना बद कर देते हैं। रोगी को दी गई रेडियो आइसोटोप की मात्रा से उत्सर्जित होने वाले विकिरणो से रोग के स्थान और अवस्था की पहचान की जा सकती है।

पूण शरीर चित्रण (Whole Body Scanning) एक ऐसी युक्ति है जिसमे थायराइड, यकृत, गुर्दा, मस्तिष्क, प्लेसेन्टा आदि अगो के चित्र (स्केन) प्राप्त कर लिए जाते है। ये फोटो चित्र तत्काल अग के आकार और स्थान, उसकी क्रिया शीलता का सकेत दे देते ह। ब्रेन ट्यूमर सरीखी असामान्यताएँ सूक्ष्मता से सूचित की जा सकती है। इससे आवश्यकतानुसार निदान और शल्य क्रिया मे पर्याप्त लाभ मिलता है। इडियम और टेक्नीशियम के समस्थानिक रोगी के विकिरण खतरे को कम करने के लिए स्कैनिंग मे प्रयुक्त किए जाते है।

दिल्ली मे भी न्यूक्लीय औषधि व सम्बद्ध विज्ञान सस्थान मे एक अत्यत सुग्राही होल बॉडी काउटर की स्थापना की गई है, जो विभिन्न प्रकार के रक्ताभाव, लोह और विटामिन—12 उपापचयन, विभिन्न रोग अवस्थाओ मे शरीर मे पोटैशियम की मात्रा परिवर्तन सम्बधी लाक्षणिक समस्याओ के अध्ययन के लिए उपयोगी सिद्ध हुआ है।

खेतो मे उगने वाले खरपतवार, फसलो को नष्ट करने वाले कीड मकोडो और अन्य पादप रोगो के कारण प्रतिवर्ष किसानो को भारी हानि उठानी पड़ती है और निस्सदेह उससे राष्ट्रीय विकास की धारा मे बाधा उत्पन्न होती है। रेडियो समस्थानिको ने अनुरेखक (Tracer) के रूप मे इस क्षति का कम करने मे अपनी अहम भूमिका निभायी है। अनुरेखक पशुओ, पेड-पौधो, धरती, और कीटो के अध्ययन मे सहायक हुए हैं।

पौधो मे पोषण और तत्सम्बंधी उपापचयी क्रियाओ के भी समझने म रेडियोट्रेसरो से मदद मिली है। फास्फोरस के समस्थानिक (P–32) को रेडियो ट्रेसर के रूप मे प्रयुक्त कर यह जानकारी हासिल हुई कि पौधो के प्रारम्भिक जीवन काल में फास्फोरस उर्वरक की अधिक जरूरत होती है। रेडियो ट्रेसरों से हमे यह भी जानकारी मिलती है कि किस उवरक की खेती मे कहाँ और कितनी जरूरत है। रेडियो विकिरणो के प्रयोग से पौधो की नई प्रजातियाँ—रोगरोधी और उन्नत किस्में—विकसित की जाती हैं। इन विकिरणो के डालने से प्रजातियो मे उत्परिवर्तन (Mutation) की क्रिया हो जाती है यानी पादप कोशिकाओ मे जीन स्तर (Genetic level) पर परिवतन हो जाते हैं जो सवथा नए गुणो को जन्म देते है और इस प्रकार प्रजाति सुधार और पादप अनुसधान मे रेडियो समस्थानिक सहायक हो रहे हैं।

दिल्ली स्थित भारतीय कृषि अनुसधान सस्थान मे स्थापित गामा गाडन मे रेडियो विकिरणो के प्रयोग से पौधो की नई-नई किस्मे निकाली गई है।

विकिरण एन्टोमोलॉजी (कीट विज्ञान) के क्षेत्र मे दिल्ली स्थिति न्यूक्लीय औषधि तथा सम्बद्ध विज्ञान सस्थान मे महत्वपूर्ण कार्य हुए है। वहाँ पर कीटनाशी प्रतिरोधक के विकास तथा कीटनाशियो के अधिकाधिक प्रयोग से उत्पन्न वातावरणीय प्रदूषण मे कीटो और वाहक जीवो के नियत्रण के लिए नई युक्तियो के विकास सम्बधी शोध कार्य किए जाते है। विकिरण प्रक्रिया द्वारा मच्छरो के नियत्रण मे पर्याप्त सफलता मिली है।

धातु विज्ञान और विभिन्न उद्योगो मे भी रेडियो आइसोटोप प्रयुक्त किए जाते हैं। रेडियो विकिरणो की मदद से धातुओ के वस्तुओ की मोटाई ज्ञात की जाती है, उनमे पडने वाली दरारो का पता लगाया जाता है तथा धातु पाइपो की भी जाच-पडताल की जाती है कि कही उनमे सूराख आदि तो नही है।

रेडियो विकिरण उच्च बहुलको (High Polymers) द्वारा वस्तुओ के निर्माण मे सहायक है। विकिरण प्रभाव से प्लास्टिक जैसे पदार्थ नए-नए गुण अर्जित कर लेते है।

रेडियो समस्थानिक वस्तुओ की आयु मापन मे भी सहयोगी है। रेडियोधर्मिता तत्वो का एक प्राकृतिक लक्षण है। प्रकृति मे कई रेडियोधर्मी तत्व मिलते हैं। पोटेशियम के हर एक लाख परमाणुओ मे एक परमाणु रेडियोधर्मी होता है। यह क्षय होकर सतत आर्गन के स्थिर समस्थानिक मे बदल जाता है। इसका अर्धजीवन 1 अरब वर्ष से भी अधिक है। धरती की सतहो मे कई ऐसे समस्थानिक विद्यमान हैं। किसी चट्टान के नमूने मे उपस्थित पोटेशियम यौगिको से निकल रहे समस्थानिक क्षय की तुलना ताजे पोटेशियम समस्थानिक क्षय से करके हम यह ज्ञात कर सकते हैं कि उक्त चट्टान कितनी पुरानी है क्योकि समय के साथ रेडियोक्षय की रफ्तार सुस्त पडती जाती है। आयु मापन की यह विधि रेडियोधर्मी मापन (Radio active dating) कहलाती है। इस विधि से धरती की आयु 3-4 अरब वर्षों के बीच आकी गई है।

रेडियो कार्बन की मदद से कुछ हजार वर्षों पुरानी चीजो की आयु का निर्धारण किया जा सकता है। रेडियो कार्बन डेटिंग के बारे मे हम पीछे विस्तार मे चर्चा कर चुके है।

इस तरह से देखा जाय तो नाना रूपो मे रेडियो समस्थानिक हमारी सेवा मे रत है।

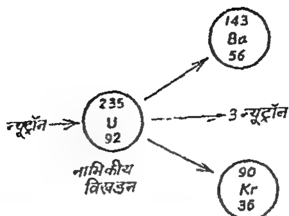


परमाणुओं की अपार शक्ति

आस्ट्रिया मे जन्मी महिला भौतिक विज्ञानी लिज माइत्नर (Lise Meitner) ने नाभिकीय भौतिकी के क्षेत्र मे जो अनुसंधान कार्य किया, वस्तुत उसने उस भावी शिल्प विज्ञान की आधारशिला रखी, जिसकी मदद से आदमी ने परमाणुओं के अदर छिपी असीम शक्ति स्रोत का रहस्य पा लिया और फिर आगे चल कर परमाणु शक्ति के उत्पादन और नियत्रण की प्रक्रिया विकसित की गई।

उन्होने बर्लिन के कैसर विल्हेल्म इस्टिट्यूट मे अपने जीवन के लगभग तीन दशक बिताये। यहाँ पर प्रख्यात भौतिक-रसायनज्ञ आटो हान (Otto Hahn) के साथ कई महत्वपूर्ण अनुसधान कार्य किए। उन्होंने प्रोटेक्टिनियम (Pa) नामक एक नए तत्व के अतिरिक्त कई रेडियोधर्मी तत्वो का पता लगाया। इसी इस्टिट्यूट मे हान और लिज माइत्नर ने न्यूट्रानो पर कार्य आरम्भ किया और यूरेनियम पर न्यूट्रानो की बौछार के प्रभावो को देखने के लिए कई प्रयोग किए।

1938 मे जब उनके देश पर नाजियो ने आक्रमण किया तो वे जर्मनी छोडकर स्वीडन चली गईं। माइत्नर के चले जाने के बाद भी आटो हान ने फ्रिट्स स्ट्रासमान (Fritz Strassman) के साथ ये परीक्षण जारी रखे। हान और स्ट्रासमान दोनो को यूरेनियम पर न्यूट्रानो की बौछार के बाद प्राप्त अवशेष (residue) मे बेरियम की उपस्थिति से बडा आश्चर्य हुआ। उस समय लिज



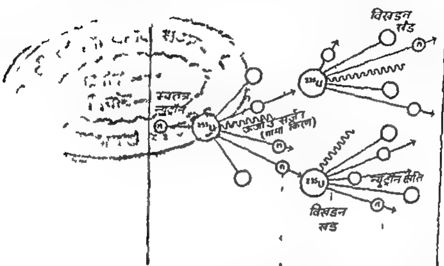
न्यूट्रॉन कण यूरेनियम के भारी नाभिक को अपेक्षाकृत
दो हल्के नाभिको मे तोडता है

माइलर डेनमार्क मे काम कर रही थी। जब उत्पाद रूप मे बेरियम जैसे तत्व के बनने की सूचना उन्हें मिली तो माइलर और उनके भतीजे आटो फ्रिश (Frisch) ने, जनवरी 1939 मे, बताया कि जिस प्रक्रिया के परिणाम स्वरूप बेरियम के समस्थानिक का निर्माण हुआ है, उसे नाभिकीय विखडन (Nuclear Fission) की संज्ञा दी जा सकती है। उन्होंने यह भी घोषित किया कि न्यूट्रानो की बमबारी के पश्चात यूरेनियम का नाभिक विखडित होकर बेरियम और अन्य हल्के तत्वो के समस्थानिको का नाभिक बनाता है।

माइलर और फ्रिश की इस घोषणा के प्रकाशन के बाद नील्स बोर ने अमेरिका की यात्रा की और वैज्ञानिक अल्बर्ट आइन्स्टाइन से इन प्रयोगो की चर्चा की। निस्संदेह एक नए विज्ञान का आविर्भाव हो रहा था और सारी दुनियाँ मे वैज्ञानिक जगत उत्सुकता से नए परिणामो की प्रतीक्षा कर रहा था। अगले तीन माह के दौरान इस सर्वमान्य तथ्य की स्थापना हो गई कि मद गति वाले न्यूट्रानो की जब यूरेनियम नाभिक पर बराबारी की जाती है तो वह अपेक्षाकृत हल्के नाभिको मे टूटता है।

यह ऐसा समय था जब कि नाभिकीय भौतिकी के क्षेत्र मे ससार के हर कोने मे कार्य हो रहे थे। जोलियोक्यूरी दम्पति फ्रास मे सक्रिय थे तो फर्मी और जीलार्ड सरीखे वैज्ञानिक अमेरिका मे। इन कार्यों की खबर पाकर आइन्स्टाइन ने अमेरिकी राष्ट्रपति रूजवेल्ट को एक पत्र लिखा जिसमे उन्होने इगित किया था कि निकट भविष्य मे यूरेनियम एक महान शक्ति स्रोत सिद्ध हो सकता है। साथ ही इससे अत्यधिक मारक शक्ति वाले बम भी बनाए जा सकते हैं।

राष्ट्रपति ने नाजी दमन को रोकने के लिए तत्काल कदम उठाया और इस तरह इस महान शक्ति का उपयोग पहले परमाणु बम के रूप में किया गया, आगे चलकर शातिपूर्ण कामो मे इसे प्रयुक्त किया गया।



एक स्वतन्त्र न्यूट्रॉन यूरेनियम-235 को दो हल्के नाभिको म तोडता है। इसके साथ ही ऊर्जा उत्सर्जित होती है तथा 2 या 3 न्यूट्रॉन निकलते हैं जो विखडन की प्रक्रिया को जारी रख सकते हैं

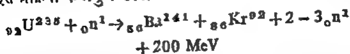
नाभिकीय विखडन (Nuclear fission)

आज यह भलीभांति ज्ञात है कि जर्मन वैज्ञानिको-हान और स्ट्रासमान-की खोजो से ज्ञात हुआ कि जब मद गति वाले न्यूट्रान से यूरेनियम नाभिक को 'हिट' करते है तो वह दो हल्के टुकडो मे विभाजित हो जाता है। दोनो उत्पाद टुकडे समान नही होते।

वैज्ञानिको की धारणा है कि ऐसे 90 सभावी नाभिक हैं जो यूरेनियम नाभिक के विखडन के फलस्वरूप उत्पन्न हो सकते हैं। विखडन के फलस्वरूप उत्पादो के दो सभाव्य समूह है। एक तो हल्के तत्व बन सकते हैं जिसकी परमाणु सख्याएँ 85 से लेकर 104 तक हो सकती हैं और दूसरे भारी तत्वो के नाभिक बन सकते हैं जिनके परमाणु क्रमाक 130 से लेकर 149 तक हो सकते हैं।

यूरेनियम के तीनो समस्थानिको मे से जिस पर प्रभाव पडता है वह है यूरेनियम-235 और प्रकृति मे पायी जाने वाली इसकी मात्रा 0 7% होती

है। पहले ही बताया जा चुका है कि संभाव्य उत्पादों की संख्या बहुत हो सकती है पर इस प्रक्रिया के प्रमुख उत्पाद बेरियम और क्रिप्टन है।



$$_{92}U^{235} + {}_0n^1 \rightarrow {}_{56}Ba^{141} + {}_{36}Kr^{92} + 2-3\,{}_0n^1 + 200 \text{ MeV}$$

यूरेनियम के एक नाभिक के टूटने के फलस्वरूप 200 मिलियन इलेक्ट्रान वोल्ट से भी अधिक ऊर्जा उत्सर्जित होती है।

प्रारम्भिक नाभिक के द्रव्यमान और उत्पाद नाभिकों के द्रव्यमान मे थोडा अंतर होता है। मूल नाभिक के द्रव्यमान मे जो क्षति होती है, वह आइन्स्टाइन के 'द्रव्य ऊर्जा समीकरण' ($E = mc^2$) के अनुसार ऊर्जा मे परिवर्तित हो जाती है। ऊर्जा का उत्सर्जन विभिन्न रूपो मे कुछ इस प्रकार होता है।

विखण्डन खण्डों की गतिज ऊर्जा	165 MeV
न्यूट्रॉन की गतिज ऊर्जा	5 MeV
गामा किरण के उत्सर्जन से	7 MeV
रेडियोधर्मी क्षय से ऊर्जा उत्सर्जन	23 MeV
कुल विखडन ऊर्जा	लगभग 200 MeV

शृंखला प्रक्रिया (Chain Reaction)

एक न्यूट्रॉन से आरंभ हुई परमाणु विखडन की क्रिया मे 2-3 न्यूट्रॉन उत्सर्जित होते है। इनमे पर्याप्त ऊर्जा होती है और ये यूरेनियम-235 के दूसरे नाभिकों को तोड सकते है। इसमें भी न्यूट्रॉन निकलते हैं। तात्पर्य यह कि एक शृंखला प्रक्रिया आरंभ हो जाती है।

शृंखला प्रक्रिया को यदि नियंत्रित कर लिया जाय तो विखडन मे उत्पन्न ऊर्जा का उपयोग सृजनात्मक कार्यों मे किया जा सकता है। उससे बिजली बनायी जा सकती है और इसका उपयोग जलपोतों, पनडुब्बियों के संचालन तथा अन्य दैनिक कार्यों मे किया जा सकता है। इस युक्ति को नियन्त्रित शृंखला प्रक्रिया (Controlled Chain Reaction) कहते हैं।

इसके विपरीत जब शृंखला प्रक्रिया स्वतंत्र रूप से होने दी जाती है तो उसे अनियन्त्रित शृंखला प्रक्रिया (Uncontrolled Chain Reaciton) कहते हैं। वस्तुतः इसी आधार पर परमाणु बम बनाए जाते हैं। नियंत्रित न किए जाने पर प्रक्रिया बडी तेजी से होती है और अत्यधिक ऊर्जा उत्सर्जन के साथ ही भीषण विस्फोट होता है।

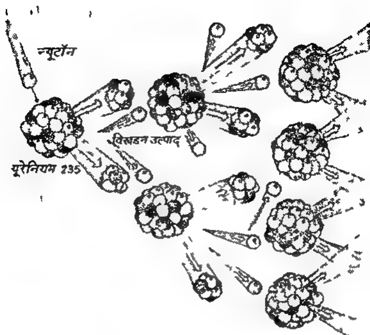
परमाणु भट्टियों में शृंखला प्रक्रिया को नियन्त्रित किया जाता है। परमाणु

विखंडन की शृंखला प्रक्रिया का पहला सफल परीक्षण 2 दिसम्बर 1942 को अमेरिका मे रह रहे इटली के वैज्ञानिक एनरिको फेर्मी ने किया। शिकागो विश्वविद्यालय के स्टेडियम के नीचे बने वीरान स्क्वैश कोर्ट मे ससार की पहली परमाणु भट्टी बनाई गई थी और प्रायोगिक स्तर पर शृखला प्रक्रिया का सत्यापन हुआ।

परमाणु रिएक्टर के अदर चेष्टा यह की जाती है कि विखडन प्रक्रिया धीमी गति से हो।, इसके लिए विखडनीय यूरेनियम में समस्थानिक यूरेनियम-235 और यूरेनियम-238 का मिश्रण लिया जाता है। प्रकृति मे U-238 तो बहुतायत से (99 28%) मिलता है पर यूरेनियम-235 अत्यल्प (0 72%) मात्रा मे मिलता है। शृखला प्रक्रिया आरभ करने के लिए प्राकृतिक ईंधन का सवर्धन (Enriching) करना पडता है यानी उसमे U-238 की या तो मात्रा बढानी पडती है अथवा प्लूटोनियम मिलाना पडता है। प्लूटोनियम-239 को धीमे न्यूट्रॉन से टकराने पर शृखला प्रक्रिया आरभ हो जाती है, अत यह भी अच्छी ईंधन सामग्री है। परमाणु रिएक्टरो मे यूरेनियम के विखडन से प्लूटोनियम का उत्पादन भी होता है। इसे आसानी से ईंधन सामग्री से अलग भी किया जा सकता है।

तेज गति वाले न्यूट्रानो से विखंडन प्रक्रिया आरभ किये जाने वाली भट्टियाँ तीव्र भट्टियाँ कहलाती है। इनमे ईंधन के रूप मे शुद्ध Pu 239 इस्तेमाल किया जाता है। इसके विपरीत ताप परमाणु भट्टिया (Thermal Reactors) मे मदको (Moderators) के प्रयोग से तेज गति वाले न्यूट्रानो को धीमा कर दिया जाता है। U-238 के स्थायी समस्थानिक द्वारा इनका शोषण भी नही होता फलस्वरूप मद गति वाले न्यूट्रान अधिक सख्या मे हो जाते हैं और U-235 के नाभिको के विखडन के लिए न्यूट्रान मिल जाते हैं। विखडन के फलस्वरूप पर्याप्त ऊष्मा निकलती है। इससे प्रशीतक (Coolant) को गर्म किया जाता है जिससे पानी भी उबलने लगता है। पानी से बनी भाप से परमाणु बिजली घरो मे टरबाइन घुमाते हैं और इससे जनरेटर चलता है जिससे बिजली बनती है। ससार के बहुत से देशो मे ऐसे ताप रिएक्टर आज भी चल रहे हैं। वैसे भविष्य की निगाहें तीव्रप्रजनक भट्टियो (Fast Breeder Reactors) की ओर हैं।

परमाणु रिएक्टरो मे शक्ति उत्पादन के अतिरिक्त परमाणु इधन का उत्पादन किया जाता है और कृत्रिम रेडियो आइसोटोप भी निर्मित किए जाते है जिनका चिकित्सा, कृषि, वैज्ञानिक अनुसधान मे भरपूर उपयोग होता है।



नाभिकीय सलयन (Nuclear Fusion)

परमाणु विखडन मे किसी तत्व का भारी नाभिक अपेक्षाकृत हल्के नाभिको मे टूटता है। इसके विपरीत जब हल्के तत्वो के दो नाभिक सयुक्त होते है तो एक भारी नाभिक बनता है। यह क्रिया 'नाभिकीय सलयन' अथवा 'ताप नाभिकीय क्रिया' कहलाती है। उत्पाद स्वरूप बनने वाले नाभिक का द्रव्यमान सयोजी नाभिको के द्रव्यमान से थोडा कम होता है। द्रव्यमान की यह कमी ऊर्जा मे बदल जाती है। परमाणु बम से हजार गुना अधिक शक्तिशाली हाइड्रोजन बम वस्तुत इसी सिद्धात पर आधारित है। सूर्य की अपार ऊर्जा का भी रहस्य यही सलयन प्रक्रिया है।

यह ताप नाभिकीय प्रक्रिया तभी सम्पन्न हो सकती है जबकि ड्यूटेरियम के परमाणु अत्यधिक ताप पर आपस मे सलयित हो। इस क्रिया को सम्पन्न करने के लिए करोड डिग्री से० से भी अधिक ताप की आवश्यकता होती है। जाहिर है कि इतना ताप धरती पर सामान्यत उत्पन्न नही किया जा सकता, इतना ताप सूर्य या अन्य तारो मे अवश्य होता है। इतना ताप परमाणु बम के विस्फोट से ही उत्पन्न कराया जा सकता है। हाइड्रोजन बम मे सलयन प्रक्रिया उत्पन्न करने के लिए परमाणु बम का पहले ही विस्फोट किया जाता है।

यदि भविष्य मे परमाणु भट्टियो की तरह संलयन भट्टियाँ (Fusion Reactors) बनायी जा सकें तो इनसे बिजली बनाना काफी सस्ता रहेगा। यूरेनियम काफी मँहगी पडती है। इसकी तुलना मे हाइड्रोजन ईंधन काफी सस्ता और सर्व सुलभ है। इसमे हाइड्रोजन का समस्थानिक ड्यूटेरियम ईंधन के रूप मे प्रयुक्त किया जायेगा। और यह समुद्री पानी से आसानी से मिल सकेगा। परमाणु भट्टियो मे प्रक्रिया के फलस्वरूप रेडियोधर्मी कचडा उत्पन्न होता है, जिसको निपटान करना अपने आप मे समस्या है। सलयन प्रक्रिया मे ऐसा कोई कचडा नही उत्पन्न होता अत ये भट्टियाँ प्रदूषण मुक्त होगी।

सलयन भट्टियो के निर्माण की दिशा मे यद्यपि बहुत सी प्रयोगशालाओ मे कार्य हो रहे है पर अभी तक इस दिशा मे सफलता नही मिली है। इस क्रिया को आरभ करने के लिए जिस लाखो डिग्री ताप की जरूरत होगी, उसे उत्पन्न करना आसान नही। यदि ऐसा करना सभव भी हो तो इसे बर्दाश्त करने वाले किसी पदार्थ की खोज नही हो पायी है। समस्या यह है कि किस धातु के पात्र मे यह प्रक्रिया सम्पन्न होगी। हाल मे हुए अनुसधानो मे चुम्बकीय क्षेत्रो को बर्तन की दीवारो के रूप मे इस्तेमाल करने की युक्ति सुझायी गई है। इतना उच्च तापमान भी प्राप्त करने की तकनीक खोज ली गई है पर यह ताप अल्प अवधि के लिए ही प्राप्त किया जा सकता है, इसके दीघन की आवश्यकता है। देखिए, शायद भविष्य मे कभी ऐसा हो सके तो हाइड्रोजन बम का कलुष धोया जा सकेगा।

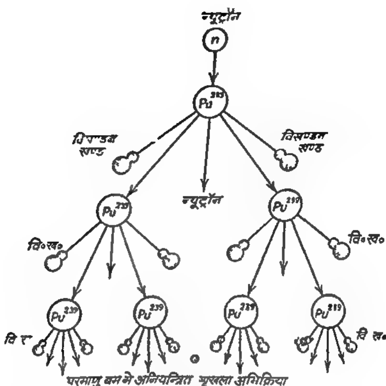


परमाणुओ के अभिशाप

परमाणुओं का पाश तोड कर आदमी ने परमाणुओ मे निहित अपार शक्ति का रहस्य तो पा लिया था पर खेद है कि उसका दुरुपयोग ही किया गया। हिरोशिमा और नागासाकी हमारी हैवानियत के गवाह ही नही, समूची मानव जाति के दुर्भाग्यपूर्ण भविष्य के सूचक भी है।

न्यू मैक्सिको स्थित लास अलामोस नामक स्थान पर 16 जुलाई, 1945 को डॉ० राबट ओपनहाइमर के निर्देशन मे पहले परमाणु बम का परीक्षण किया गया था और ठीक 22 दिन बाद 6 अगस्त 1945 को हिरोशिमा पर एक हवाई जहाज से बम डाल दिया गया। देखते ही देखते 3 लाख 40 हजार की आबादी मौत के नगर मे तब्दील हो गयी। मकान धू-धू करके जलने लगे, उनकी खिडकियाँ, दरवाजे और छते उड गयी। पशु-पक्षी और आदमी सभी इसकी भेंट चढ गए। धूल और धुएँ का ऐसा काला बादल उठा कि मानो उसने समूचे आसमान को लील लिया हो। विस्फोट के झटको का प्रभाव 17 किलोमीटर दूर तक के मकानो पर भी पडा। शहर के लगभग 90 प्रतिशत मकान क्षतिग्रस्त हो गए।

तीन दिन बाद नागासाकी पर भी ऐसा ही बम गिराया गया और ऐसी ही तबाही वहाँ भी देखी गयी। अमेरिकन स्ट्रेटजिक बाबिग सर्वे के अनुसार दोनो शहरो की जन सचार सुविधाएँ और

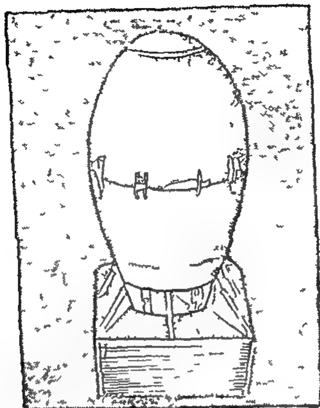


परमाणु बम मे अनियन्त्रित श्रृखला अभिक्रिया

विजली व्यवस्था नष्ट हो गयी थी। आग बुझाने वाली सारी गाडिया बेकार हो गई थी। इसके सारे कमचारी मौत के मुंह मे समा गए थे।

बम काड मे लाखो बेगुनाह मौत की भेंट चढा दिए गए। और सौभाग्य से जो बचे भी, उनका इलाज करने वाला कोई नही। हिरोशिमा के अस्पतालो मे काम करने वाले 90 प्रतिशत डाक्टर भी मौत मे मुंह मे चले गए। बचे हुए गभीर रूप से घायल थे। वहां काम करने वाले 200 डाक्टरो मे से बमुश्किल 30 डाक्टरो को महीने भर के इलाज के बाद बचाया जा सका। काम करने वाली 1730 नर्सो मे से 1654 नर्सें भी मौत की गोद मे सो गइ। 45 सिविल अस्पतालो मे से अधिकाश के मात्र ढाँचे ही बचे। केवल 3 अस्पताल ऐसे थे जो काम मे आ सकने लायक थे। इस समूची विनाश लीला मे तकरीबन एक लाख अकाल ग्रस्त हुए और लगभग इतने ही घातक विकिरणो की चपेट मे आए और वर्षों तक ढोते रहे अपनी अपाहिज लाश।

कुल मिला कर यह ऐसा दुखद प्रकरण था, जिसकी कोई मिसाल नही। जापानवासियो ने जो कुछ भोगा, उस भीषण नर-संहार के कुछ जीवत दृश्यो



जापान पर डाला गया 'फट मैन' नामक परमाणु बम

का हवाला, सौभाग्य वश बचे लोगो के सस्मरणो मे आपको पढने को मिल सकता है। कैसा दिल दहला देने वाला दृश्य था, सौभाग्य वश बची महिला श्रीमती ओगसाराका 6 अगस्त 1945 की उस खौफनाक सुबह को याद करती है

'मैं बम के तेज धमाके से बेहोश हो गई थी, पता नही कितनी देर बेहोश पडी रही, जब मुझे होश आया तो मैंने स्वय को फश पर पडे हुए पाया। मेरे ऊपर लकडी के टुकडे पडे हुए थे। मैं पागल सी हो गई थी। हिम्मत करके उठी और चारो तरफ घूम कर देखा—जहाँ तक निगाह जाती थी केवल अँधेरा ही अँधेरा नजर आता था। मैं बुरी तरह से डर गई थी। मुझे ऐसा महसूस हो रहा था, जैसे कि कोई सामूहिक मृत्यु हुई हो और मैं ही केवल जिदा बची हूँ। मेरे कपडे चियडे बन कर लटक रहे थे, सैंडिल पता नही कहाँ गायब हो गए थे। कुछ समय बाद मुझे शहर के जलते हुए वातावरण मे घायलो की चीखने और

चिल्लाने की डरावनी आवाजें सुनाई देने लगी। कुछ रोने की आवाजें भी आ रही थी। तभी फिर मुझे अपनी माँ और बडी बहन का ध्यान आया। मैंने उन्हे तलाश करना शुरू किया। लेकिन वे कही भी दिखाई नही दे रही थी। कुछ देर तलाश करने पर मैंने पाया कि मेरी माँ एक पानी के टैंक मे पडी हुई थी। भगवान का शुक्र था कि वह केवल बेहोश थी। उन्हे देख कर मैं फूट-फूट कर रोती रही तथा उसे खूब हिलाती रही। लेकिन वह तो होश मे आने का नाम ही न ले रही थी। फिर मैंने अपनी बहन को तलाश किया तो मैंने उसे कबाड के ढेर के नीचे दबे हुए पडा पाया, जिसमे से केवल उसका सिर ही नजर आ रहा था। वह धीरे-धीरे अर्धबेहोशी की हालत मे माँ-माँ करके बुदबुदा रही थी। उसे निकाल कर देखा, वह बहुत गम्भीर रूप से घायल थी।

अनेक अधजले लोग कबाड हटा हटा कर अपने बच्चो के नाम रोते हुए जोर-जोर से पुकार रहे थे। *न जाने कितने मरे हुए और जिंदा लोग कबाड के* नीचे दबे हुए थे। कुछ तो पानी-पानी पुकार रहे थे। लेकिन उस मौत की नगरी मे पानी देने वाला भी कोई नही था।'

सचमुच, कितने लाचार और बेजार थे लोग। निशिदा नामक एक सज्जन उस दु खद हादसे को बयान करते है

'मैंने अपनी घायल पत्नी को कबाड से निकाल कर पास ही पहाड के साथ बह रही नदी के किनारे लिटाया हुआ था। उस दिन के अँधेरे मे मैंने देखा कि पास ही एक बिलकुल नगा आदमी खडा हुआ है। उसके हाथ की हथेली पर उसकी निकली हुई आँख का गोला रखा हुआ है। वह बहुत ज्यादा घायल था और बहुत अधिक दु खी एव असहाय नजर आ रहा था। लेकिन असहाय मैं भी था क्योकि उस जलते हुए शहर मे कोई भी तो किसी की सहायता करने की स्थिति मे न था।'

हालात ही ऐसे थे कि कोई चाह कर भी किसी की मदद नही कर सकता था। 'दि फेट ऑफ द अर्थ' नामक पुस्तक मे अभागे जापानवासियो के कितने ही हृदय विदारक प्रसग दर्ज हैं, जो हमारी पाशविक वृत्ति का खुलासा करते है। कितना लाचार था हिरोशिमा विश्वविद्यालय का वह प्राध्यापक जो अपनी जीवित पत्नी को नही बचा सका। बम विस्फोट के तत्काल बाद उसकी पत्नी एक लोहे की सहतीर के नीचे आ गयी। वह जिंदा थी। उसे बाहर खीच निकालने की हर चन्द कोशिश उसके पति ने की पर नाकामयाब रहा। आग की लपटें उसकी ओर बढती जा रही थी। अधिक देर तक रुके रहने पर वह स्वय भी आग की चपेट मे आ सकता था। उसकी पत्नी बार-बार उससे विनती

कर रही थी कि वह वहाँ से चला जाये। कितना लाचार था बेचारा। विवश प्राध्यापक ने अपनी आँखो के आगे आग की लपटो मे लिपटते अपनी पत्नी को देखा और हताश-निराश दु खी मन से वहाँ से हट कर अपनी जान बचायी। कैसी विचित्र स्थित थी कि चाह कर भी कोई अपने किसी प्रियजन की रक्षा नही कर सकता था। वैज्ञानिक खोज का यह कैसा अभिशाप था ?

इस प्रकरण ने लाखो को बेघरबार किया, न जाने कितनो के सुहाग उजाडे और कितने अभागे बेटे-बेटियो को उनके माँ-बाप से जुदा किया तो कितने निस्सहाय वृद्ध दम्पतियो को बेसहारा भी। ऐसी ही अभागिन थी वह वह औरत जिससे उसका बच्चा बिछुड गया था और मिला भी तो विकृत रूप मे। उस हादसे को वह याद करती है

'मैं लगभग पागल हो गई थी। मुझे मेरा बेटा नही मिल रहा था। मैं रोती हुई जोर-जोर से उसका नाम पुकार रही थी। थोडी देर की तलाश के बाद वह मिल गया। मगर उसका मुँह बहुत अधिक सूजा हुआ था। चेहरा एक-दम सफेद पड गया था, मानो उसके शरीर से खून की एक-एक बूद किसी ने निचोड ली हो। उसकी आँखें आधी खुली हुई थी तथा उसका जला हुआ सिर देख कर ऐसा लगता था मानो किसी ने उसे खौलते हुए पानी में उबाल दिया हो।'

कितनी खेद पूर्ण बात है कि इस नरक से भी बौरायी हुई दुनियाँ की आँखें नही खुली। बम का भंडारण अब भी जारी है। जानकारो का कहना है कि आज ससार भर को कुल विस्फोटक क्षमता 2 अरब टी एन टी के बराबर है। इसका आधा ही पूरी दुनियाँ को मरघट मे तब्दील कर सकता है। शेष विस्फोटको के इस्तेमाल की तो जरूरत ही नही पडेगी।

काश, हम इन भीषण सहारो से सबक ले सकते। आज तो परमाणु आयुधो का रख-रखाव और नियत्रण कम्प्यूटरो के जरिए होता है। कम्प्यूटर की जरा सी लापरवाही से तीसरे विश्व युद्ध का बिगुल कभी भी बज सकता है।

कम्प्यटर को गल्ती से विश्व युद्ध की शुरुआत होते-होते रही क्योकि तत्काल ही गल्ती पकड मे आ गयी थी। ऐसी गल्ती तीन बार एक अमेरिकी कम्प्यूटर से हो चुकी है। उत्तरी कोलोरेडो के एक पर्वतीय अचल मे लगे 'हनीबेल' नामक कम्प्यूटर ने 9 नवम्बर 1979, 3 जून और 6 जून 1980 को अमेरिका पर सोवियत हमले की सूचना दी पर तत्काल अन्य माध्यमो से

जांचे-परखे जाने पर कम्प्यूटर के संकेत गलत पाए गए और तीसरा विश्व युद्ध छिड़ते-छिड़ते रह गया।

यह तय है कि अब चाहे गल्ती कम्प्यूटर करे या आदमी, यदि दोनो महाशक्तियो के बीच युद्ध छिड़ा तो दुनियां एक और महायुद्ध देखेगी और वह होगा तीसरा विश्वयुद्ध, जिसमें एक और हिरोशिमा-नागासाकी की पुनरावृत्ति होगी—उसके भी कही अधिक विध्वसक और भीषण नर संहारकारो!

शस्त्रपूजको से

'(शस्त्रो की होड मे लगे) प्रमुख देशो के नेताओ को यहाँ आकर देखना चाहिए कि वास्तव मे इसका अर्थ क्या है। मेरा वश चले तो मैं प्रयोगशालाओ, परामर्श मंडलो, सामरिक कमानो और अनुसधान सस्थाओ के तमाम स्त्री-पुरुषो को यहाँ ले आऊँ। एक बार वे यहाँ आकर देख लें तो वे शायद प्रथम आक्रमण, प्रतिरोध, प्रत्याक्रमण जैसे मूर्खतापूर्ण खेल खेलना छोड देंगे, जिनमे वे अभी लगे हुए है मानो यह कोई शतरंज का सुनियन्त्रित खेल हो! जो लोग कहते है कि आणविक युद्ध जीता जा सकता है, मैं चाहूँगा कि वे यहाँ आएँ और देखें। मुझे शक है कि उसके बाद वे कभी दुबारा ऐसी बातें कर सकेंगे।'

—ओलोफ पाम

स्वीडन के पूर्व प्रधान मन्त्री

(8 दिसम्बर, 1981 को हिरोशिमा नगर मे निरस्त्रीकरण एव सुरक्षा के सम्बन्ध मे स्वतन्त्र अयोग के अध्यक्ष के रूप मे दिए गए व्याख्यान से)